



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

APRENDIZAJE BASADO EN SIMULACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS  
MATEMÁTICAS EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR, MATEMÁTICAS

PRESENTA:

Ing. Cesar Enrique Pedroza González

TUTOR PRINCIPAL:

DRA. MARÍA DEL CARMEN GONZÁLEZ VIDEGARAY  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

DRA. MAYRA LORENA DÍAZ SOSA  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

DRA. ANA MARÍA BAÑUELOS MÁRQUEZ  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

MÉXICO, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# Resumen

La bibliografía existente indica que el aprendizaje en línea se convertirá en el modo de enseñanza más aceptado en un futuro próximo como alternativa a la instrucción presencial tradicional, especialmente en el panorama de la educación media superior y superior, debido a su potencial para proporcionar un mayor acceso a la educación a más personas, un mayor compromiso de los estudiantes con el tutor, recursos de aprendizaje más significativos, compañeros y expertos externos, además de la flexibilidad más allá de los límites de las aulas sin comprometer la calidad. El estudio se centró en el desarrollo de un modelo de entornos virtuales aprendizaje combinado que pudiera integrar los beneficios del aprendizaje basado en simuladores. En este sentido, se formuló la pregunta central de la investigación: “¿Cómo se puede diseñar, desarrollar e implementar un entorno de aprendizaje combinado basado en simulaciones?” Para responder a la pregunta de investigación, se desarrolló un modelo adaptado de los entornos virtuales de aprendizaje constructivistas desarrollado por David Jonassen, integrando las capacidades de las simulaciones por computadoras como estrategia central que guiara las actividades dentro del entorno para promover la participación activa, tareas auténticas, compromiso intelectual y el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior en los estudiantes. El modelo propuesto describe las directrices en el proceso de diseño y desarrollo del espacio virtual para garantizar el acceso equitativo de los estudiantes a los contextos de aprendizaje, motivarles y permitirles participar en procesos educativos significativos, diseñar y desarrollar materiales de aprendizaje eficaces en línea, e involucrar a los estudiantes en “comunidades de práctica” activas para ayudarles a construir su propio conocimiento (aprendizaje) de forma colaborativa bajo un proceso autoiniciado y autorregulado adecuado. El investigador considera esencial la compleja interacción entre los componentes “participación activa y social, tareas auténticas y contextualizadas, herramientas cognitivas, y compromiso intelectual”, para facilitar el aprendizaje activo y no lineal. El hecho de que estas dimensiones tengan características de aprendizaje en línea, integradas a entre sí, lo convierte en un modelo propicio para el aprendizaje autónomo. El objetivo general era desarrollar un modelo de diseño curricular basado en enfoques pedagógicos centrados en el estudiante que combinan de forma sinérgica la eficacia del aprendizaje basado en simuladores con la socialización mejorada tecnológicamente y las oportunidades de aprendizaje activo del entorno en línea con el fin de apoyar el aprendizaje de los estudiantes de forma más eficaz que lo que es posible en una aula tradicional. En el análisis de los resultados de la evaluación de la eficacia del modelo propuesto, el investigador encontró que podría proporcionar a los profesores la oportunidad de adoptar un modelo de diseño flexible para el desarrollo de sus cursos en modelos a distancia, que pudiera proporcionarles una mayor participación interactiva, la flexibilidad y el andamiaje cognitivo mejorando la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. El investigador concluye que el modelo de Entornos Virtuales de Aprendizaje Combinado basado en Simulaciones encaja bien en el contexto del Colegio

de Ciencias y Humanidades, y puede ser adoptado por otras instituciones que trabajen en contextos similares.

**Palabras clave:** Aprendizaje colaborativo, Comunidad de práctica, Diseño pedagógico, Integración de la tecnología, Diseño del aprendizaje, Modelos mentales.

### Abstract

Existing literature indicates that online learning will become the most widely accepted mode of instruction in the near future as an alternative to traditional face-to-face instruction, especially in the middle and higher education landscape, due to its potential to provide greater access to education to more people, greater student engagement with the tutor, more meaningful learning resources, peers and external experts, and flexibility beyond the confines of the classroom without compromising quality. The study focused on developing a model of virtual blended learning environments that could integrate the benefits of simulation-based learning. In this sense, the central research question was formulated: “How can a simulation-based blended learning environment be designed, developed and implemented?” To answer the research question, a model adapted from the constructivist virtual learning environments developed by David Jonassen, integrating the capabilities of computer simulations as a central strategy guiding the activities within the environment to promote active participation, authentic tasks, intellectual engagement and the development of higher order cognitive skills in students. The proposed model describes the guidelines in the design and development process of the virtual space to ensure equitable access of students to learning contexts, motivate and enable them to participate in meaningful educational processes, design and develop effective online learning materials, and engage students in active “communities of practice” to help them build their own knowledge (learning) collaboratively under an appropriate self-initiated and self-regulated process. The researcher considers the complex interaction between the components “active and social participation, authentic and contextualized tasks, cognitive tools, and intellectual engagement” to be essential to facilitate active and non-linear learning. The fact that these dimensions have characteristics of online learning, integrated with each other, makes it a model conducive to autonomous learning. The overall objective was to develop a curriculum design model based on learner-centered pedagogical approaches that synergistically combine the effectiveness of simulator-based learning with the technologically enhanced socialization and active learning opportunities of the online environment in order to support student learning more effectively than is possible in a traditional classroom.

In the analysis the results of the evaluation of the effectiveness of the proposed model, the researcher found that it could provide faculty with the opportunity to adopt a flexible design model for their course development in distance models that could provide them with greater interactive engagement, flexibility, and cognitive scaffolding enhancing the students’ learning experience. The researcher concludes that the Simulation-based Blended Learning Virtual Environments model fits well in the context of the *Colegio de Ciencias y Humanidades*, and can be adopted by other institutions working in similar contexts.

**Keywords:** Collaborative learning, Community of practice, Pedagogical design, Technology integration, Learning design, Mental models.

# Dedicatoria y agradecimientos

## *A la memoria de mi madre*

*Porque desde tu recuerdo encuentro las palabras que hacen falta. Porque has albergado tu luz en el trecho de mis pasos. Porque sé que tu sonrisa está presente en cada uno de mis días. Porque te pienso como mejor existes, en los momentos más dichosos, donde tu presencia se torna en ramificaciones de tiempo desconocido y en laberintos de ideas incipientes. Porque estás en la promesa de seguir de pie, a través de la indiferencia de un mundo cotidiano.*

## *A mi familia*

*La familia es amor, es entrega y es reproducción en otros de lo que se encuentra en nosotros, si estamos llenos de amor, reproduciremos y generaremos amor en otros. Gracias a mis padres, mis hermanos, a mi hijo Tony, a mi novia eterna Hilda, gracias a la vida misma por permitirnos disfrutar de ellas, gracias por cada momento bueno y por los no tan buenos, porque a final de cuenta podemos afirmar que disfrutamos y aprendemos de todos.*

*Sinceramente*

*Cesar Enrique Pedroza González*



# Tabla de Contenidos

Resumen	iii
Dedicatoria y agradecimientos	v
	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	<b>xix</b>
Antecedentes . . . . .	xix
Planteamiento del problema . . . . .	xxii
Justificación . . . . .	xxiii
Preguntas de investigación . . . . .	xxv
Objetivos . . . . .	xxv
Objetivo General . . . . .	xxv
Objetivos específicos . . . . .	xxv
Delimitación . . . . .	xxvi
<b>1 Marco teórico</b>	<b>1</b>
1.1 Desarrollo del adolescente . . . . .	2
1.2 La epistemología genética de Jean Piaget . . . . .	2
1.3 La teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget . . . . .	3
1.4 Desarrollo cognitivo de Lev Vygotsky . . . . .	5
1.5 Enfoque conductista . . . . .	7
1.6 Enfoque constructivista . . . . .	9
1.7 Aprender haciendo ( <i>learning by doing</i> ) . . . . .	10
1.8 Múltiples acercamientos a la comprensión ( <i>multiple approaches to understanding</i> )	10
1.9 Teoría del compromiso ( <i>Engagement theory</i> ) . . . . .	11
1.10 Teoría de la transacción instruccional ( <i>instructional transaction theory</i> ) . . . . .	12
1.11 Teoría de la presentación de componentes ( <i>component display theory</i> ) . . . . .	13
1.12 Aprendizaje situado ( <i>situated learning</i> ) . . . . .	13
1.13 Aprendizaje basado en proyectos y problemas . . . . .	14
1.14 Aprendizaje mixto . . . . .	16



## TABLA DE CONTENIDOS

---

1.15	Ambientes virtuales de aprendizaje . . . . .	18
1.16	Modelo Jonassen para entornos virtuales de aprendizaje constructivistas . . . . .	20
<b>2</b>	<b>Metodología y diseño de la investigación</b>	<b>23</b>
2.1	El paradigma de investigación . . . . .	25
2.1.1	Positivismo . . . . .	26
2.1.2	Interpretativismo . . . . .	27
2.1.3	Posmodernismo crítico . . . . .	29
2.2	Fundamentación de la elección . . . . .	30
2.3	Metodología de la investigación . . . . .	30
2.4	Materiales, herramientas y recursos . . . . .	34
2.5	Participantes . . . . .	35
2.5.1	Tamaño muestral . . . . .	35
2.5.2	Fuentes de datos . . . . .	36
2.5.3	Instrumentos . . . . .	36
2.5.4	Confiabilidad . . . . .	37
2.5.5	Validez . . . . .	39
2.6	Las etapas del estudio de investigación . . . . .	41
2.7	Métodos para la evaluación del modelo propuesto . . . . .	44
2.7.1	Recopilación de datos del estudio preliminar . . . . .	44
2.7.2	Recopilación de datos del estudio final . . . . .	47
2.7.3	Evaluación del modelo . . . . .	48
2.7.4	Valoración de la calidad del modelo de diseño instruccional propuesto . . . . .	50
<b>3</b>	<b>El paradigma de la educación</b>	<b>53</b>
3.1	Los cambios de paradigma de la educación . . . . .	54
3.2	Hacia un nuevo paradigma de la educación . . . . .	56
3.3	Contexto socio-educativo actual en México . . . . .	57
3.3.1	Aspectos derivados de la postmodernidad y la globalización . . . . .	58
3.4	Cambio de paradigma en la educación . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Diseño de sistemas de aprendizaje e instrucción</b>	<b>61</b>
4.1	Una representación conceptual del diseño instruccional (DI) . . . . .	62
4.2	Modelos de diseño instruccional (MDI) . . . . .	63
4.3	Diseño de sistemas de instrucción (DSI) . . . . .	64
4.3.1	El modelo ADDIE: un modelo genérico para los procesos de DSI . . . . .	65
4.3.2	El modelo de cascada . . . . .	66
4.3.3	El modelo de prototipos rápidos . . . . .	67
4.3.4	El modelo de Dick y Carey . . . . .	69

4.3.5	Teoría del diseño instruccional de Reigeluth . . . . .	71
4.4	Análisis crítico de los modelos DSI y sus características . . . . .	72
4.5	Modelos de diseño constructivistas . . . . .	74
4.5.1	Marco constructivista de Jonassen y Rohrer-Murphy . . . . .	76
4.5.2	Diseño de evaluaciones constructivistas . . . . .	77
4.6	Las pedagogías derivadas de las teorías del aprendizaje . . . . .	79
4.6.1	La pedagogía derivada de la perspectiva conductista . . . . .	80
4.6.2	La pedagogía derivada de la perspectiva cognitiva/constructivista: Entornos de aprendizaje constructivistas . . . . .	81
4.6.3	La pedagogía derivada de la perspectiva situada: Comunidades de práctica . . . . .	83
4.7	Diseño pedagógico: Diseño del entorno de aprendizaje combinado . . . . .	85
4.7.1	Los principios de diseño del entorno de aprendizaje combinado . . . . .	86
4.7.2	Diseño pedagógico: Evaluación . . . . .	88
<b>5</b>	<b>Aprendizaje basado en simulación</b> . . . . .	<b>91</b>
5.1	Introducción a los simuladores para el aprendizaje . . . . .	91
5.1.1	La paradoja de la simulación . . . . .	92
5.1.2	¿Qué es la simulación? . . . . .	93
5.1.3	Paradigma de la simulación . . . . .	95
5.2	Modelos mentales . . . . .	96
5.2.1	Modelos mentales como simulaciones . . . . .	98
5.2.2	La cognición en la simulación . . . . .	100
5.3	Teoría general de modelos . . . . .	102
5.4	De los modelos a la simulación . . . . .	104
5.4.1	Modelado y simulación . . . . .	108
5.4.2	Comparativo de distintos paradigmas de modelado y simulación . . . . .	111
5.5	Uso de los simuladores en la educación . . . . .	114
5.6	Aprendizaje mediante el modelado del sistema . . . . .	120
5.6.1	Capa de modelo computacional . . . . .	120
5.6.2	Capa de interfaz de usuario . . . . .	121
5.6.3	Apoyo educativo . . . . .	122
5.6.4	Actividades complementarias . . . . .	122
5.7	Carga cognitiva en la simulación . . . . .	123
5.8	Contenido y proceso de la simulación . . . . .	128
5.8.1	De la realidad al sistema (el proceso de definición del sistema) . . . . .	130
5.8.2	Del sistema al modelo (el proceso de representación) . . . . .	131
5.8.3	Del modelo a la simulación (el proceso de exploración) . . . . .	131
5.8.4	De la simulación al modelo (el proceso de revisión del modelo) . . . . .	132
5.8.5	Del modelo al sistema (el proceso de comprensión del sistema) . . . . .	132

## TABLA DE CONTENIDOS

---

5.8.6	Del sistema a la realidad (el proceso de acción sobre la realidad)	133
<b>6</b>	<b>Entornos virtuales de aprendizaje combinado</b>	<b>135</b>
6.1	Entorno virtual de aprendizaje	135
6.1.1	Dimensión tecnológica y dimensión educativa del EVA	141
6.2	Desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje	142
6.3	Modelo de prototipado rápido	143
6.4	Modelo de prototipado para entornos virtuales de aprendizaje combinado	147
6.4.1	Fase de análisis	148
6.4.2	Fase de construcción del prototipo	150
6.4.3	Fase de aplicación del prototipo	152
6.5	Autorregulación en el entorno virtual de aprendizaje combinado (EVAC)	153
6.5.1	Aprendizaje personalizado y control	154
6.6	Un prototipo de entorno virtual de aprendizaje combinado	155
6.6.1	Dimensión tecnológica	160
6.6.2	Dimensión pedagógica	166
<b>7</b>	<b>Resultados de la evaluación del modelo</b>	<b>201</b>
7.1	Datos obtenidos del estudio preliminar	201
7.2	Datos obtenidos del estudio final	207
7.3	Resultado de la evaluación del modelo	211
7.4	Guía para evaluar el proceso de investigación cualitativa	215
<b>8</b>	<b>Discusión, conclusión y recomendaciones</b>	<b>223</b>
8.1	La pregunta de investigación	224
8.2	Contribución al conocimiento	225
8.3	Conclusiones del estudio	226
8.4	Recomendaciones del estudio	227
8.5	Recomendaciones para estudios posteriores	228
<b>A</b>	<b>Instrumento A</b>	<b>231</b>
A.1	Encuesta de Competencias Digitales de los Educadores	231
<b>B</b>	<b>Instrumento B</b>	<b>251</b>
B.1	Instrumento para la evaluación de la calidad del diseño instruccional del EVAC	251
<b>C</b>	<b>Instrumento C</b>	<b>259</b>
C.1	Formulario de consentimiento	259
<b>D</b>	<b>Instrumento D</b>	<b>261</b>
D.1	Guías para evaluar el proceso de investigación cualitativa	261

<b>E</b>	<b>Curso muestra</b>	<b>263</b>
E.1	Información General . . . . .	263
E.2	Unidad . . . . .	268
E.3	Temas . . . . .	269
<b>F</b>	<b>Instrumento F</b>	<b>299</b>
F.1	Instrumento para la evaluación de la calidad del diseño instruccional del EVAC	299
F.2	Resultado de la evaluación del modelo . . . . .	304
F.2.1	Categorías y criterios de análisis . . . . .	304
	<b>Referencias</b>	<b>323</b>



# Lista de Tablas

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1.1 Claves principales del conductismo . . . . .	8
2.1 Definición de categorías de análisis . . . . .	49
5.1 El esquema de cuatro preguntas de los modelos [Stachowiak, 1973] . . . . .	103
5.2 Paradigmas de modelización y simulación científica [Landriscina, 2013] . . . . .	112
5.3 Estrategias para modelar la evolución de un sistema [Landriscina, 2013] . . . . .	113
F.1 Demografía del estudio preliminar . . . . .	299
F.2 Frecuencia de respuestas de los participantes del estudio preliminar . . . . .	299
F.3 Demografía del estudio final . . . . .	301
F.4 Frecuencia de respuestas de los participantes del estudio final . . . . .	301
F.5 Demografía de los estudios preliminar y final . . . . .	302
F.6 Cuadro comparativo entre las tasas de respuesta de los estudios preliminar y final . . . . .	302
F.7 Definición de categorías de análisis . . . . .	304
F.8 Resultados de la evaluación del modelo de diseño instruccional propuesto. . . . .	305
F.9 Valoración de la calidad del modelo de diseño instruccional propuesto. . . . .	313



# Lista de Figuras

Figura	Página
2.1 Enfoque y diseño de la investigación . . . . .	42
2.2 El marco conceptual para el diseño y desarrollo de la investigación del estudio . . .	43
4.1 Enfoque de creación de prototipos para el diseño de software [Tripp y Bichelmeyer, 1990] . . . . .	68
4.2 Fases del modelo de Dick y Carey [Dick et al., 2005] . . . . .	70
4.3 La teoría del diseño instruccional de Reigeluth [2013]. . . . .	72
5.1 Simulación basada en computadora como mediador entre el estudiante y el sistema (adaptado de Landriscina [2013]) . . . . .	94
5.2 Una representación simplificada del modelo PDP de modelos mentales (adaptado de Rumelhart et al. [1986]) . . . . .	99
5.3 La interacción entre el modelo y la simulación mentales (adaptado de Rumelhart et al. [1986]) . . . . .	99
5.4 Modelo Lotka-Volterra . . . . .	106
5.5 Principales resultados de un proceso de modelado y simulación (adaptado de Ifenthaler [2014]) . . . . .	109
5.6 Los componentes de un programa de simulación (adaptado de Landriscina [2013]) .	110
5.7 Los componentes de un entorno de aprendizaje basado en la simulación (adaptado de Landriscina [2013]) . . . . .	118
5.8 Aprendizaje por simulación (adaptado de Landriscina [2013]) . . . . .	119
5.9 Capa de modelo computacional [Pedroza, 2020] . . . . .	121
5.10 Capa de interfaz de usuario [Pedroza, 2020] . . . . .	122
5.11 El ciclo epistémico de la simulación (adaptado de Landriscina [2013]) . . . . .	130
6.1 Enfoque de creación de prototipos para el diseño de <i>software</i> [Tripp y Bichelmeyer, 1990] . . . . .	144
6.2 Modelo de prototipado para el desarrollo de EVAC (Elaboración propia) . . . . .	149
6.3 Analisis de necesidades (Adaptado de Santa-Cecilia, 2000) . . . . .	150



6.4	Estructura de un curso en línea (Elaboración propia) . . . . .	161
6.5	Visualización de la capa de Información General (Elaboración propia) . . . . .	162
6.6	Visualización de la capa de la unidad (o unidades) (Elaboración propia) . . . . .	165
6.7	Visualización de la capa de Tema (Elaboración propia) . . . . .	166
6.8	Datos del número de personas enfermas por día (Elaboración propia) . . . . .	172
6.9	Gráfica del modelo SIR (Elaboración propia) . . . . .	172
6.10	Simulador del modelo SIR (Elaboración propia) . . . . .	173
6.11	Simulador del modelo SIR como espacio de manipulación del problema (Elaboración propia) . . . . .	175
6.12	Simulador del modelo SIR-Función Gompertz como caso relacionado (Elaboración propia) . . . . .	179
6.13	Simulador de tangram chino como herramienta cognitiva (Elaboración propia) . . . . .	181
6.14	Demostración del teorema de Pitágoras - secuencia inicial (Elaboración propia) . . . . .	183
6.15	Demostración del teorema de Pitágoras - secuencia final (Elaboración propia) . . . . .	183
6.16	Demostración de la proposición I.47 del libro de Elementos de Euclides - herramienta de visualización dinámica (Elaboración propia) . . . . .	185
6.17	Simulación del modelo Lotka-Volterra - modelo de caja de cristal (Elaboración propia) . . . . .	186
6.18	Diagrama de fases del modelo Lotka-Volterra (Elaboración propia) . . . . .	188
6.19	Superficie Toro-Lemniscata (Elaboración propia) . . . . .	189
6.20	Herramientas de apoyo al rendimiento - Distribución Gamma (Elaboración propia) . . . . .	191
6.21	Actividad: Juego de mayores y menores (Elaboración propia) . . . . .	195
6.22	Actividad: Varianza poblacional para datos agrupados (Elaboración propia) . . . . .	196
7.1	Encuesta de Competencias Digitales de los Educadores . . . . .	202
7.2	Grado de competencia a nivel de compromiso profesional del estudio preliminar . . . . .	202
7.3	Grado de competencia a nivel de contenidos digitales del estudio preliminar . . . . .	203
7.4	Grado de competencia a nivel de enseñanza y aprendizaje del estudio preliminar . . . . .	204
7.5	Grado de competencia a nivel de evaluación y retroalimentación del estudio preliminar . . . . .	205
7.6	Grado de competencia a nivel de empoderamiento de los estudiantes del estudio preliminar . . . . .	205
7.7	Grado de competencia a nivel de desarrollo de la competencia digital de los estudiantes del estudio preliminar . . . . .	206
7.8	Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de compromiso profesional. . . . .	208
7.9	Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de contenidos digitales. . . . .	208
7.10	Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de enseñanza y aprendizaje. . . . .	209
7.11	Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de evaluación y retroalimentación. . . . .	209
7.12	Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de empoderamiento de los estudiantes. . . . .	210

7.13 Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de desarrollo de la competencia digital de los estudiantes. . . . .	210
7.14 Valoración de la calidad la “introducción y descripción general del espacio académico”. . . . .	212
7.15 Valoración de la calidad de los “objetivos de aprendizaje”. . . . .	212
7.16 Valoración de la calidad de la “evaluación y medición”. . . . .	212
7.17 Valoración de la calidad de los “materiales” . . . . .	213
7.18 Valoración de la calidad del “aprendizaje basado en simulaciones” . . . . .	213
7.19 Valoración de la calidad de las “actividades del espacio académico e interacción del estudiante” . . . . .	213
7.20 Valoración de la calidad de la “tecnología del espacio académico” . . . . .	214
7.21 Valoración de la calidad del “apoyo al estudiante” . . . . .	214
7.22 Valoración de la calidad de la “accesibilidad y usabilidad” . . . . .	214
E.1 Pestaña de la información general del curso (Elaboración propia) . . . . .	265
E.2 Foro de avisos de la materia (Elaboración propia) . . . . .	266
E.3 Formas de trabajo y comunicación (Elaboración propia) . . . . .	267
E.4 Pestaña de la información general de la unidad (Elaboración propia) . . . . .	268
E.5 Pestaña de los temas de la unidad (Elaboración propia) . . . . .	270
E.6 Foro de dudas de la unidad (Elaboración propia) . . . . .	271
E.7 Recursos materiales para el aprendizaje (Elaboración propia) . . . . .	272
E.8 Video de la sesión 1 (Elaboración propia) . . . . .	272
E.9 Actividad de aprendizaje - Descripción (Elaboración propia) . . . . .	273
E.10 Actividad de aprendizaje 1 (Elaboración propia) . . . . .	274
E.11 Actividad de aprendizaje 2 (Elaboración propia) . . . . .	275
E.12 Vista del seguimientos de las actividades (Elaboración propia) . . . . .	276
E.13 Proyecto de la unidad - Descripción (Elaboración propia) . . . . .	277
E.14 Vista del selector de equipos de trabajo (Elaboración propia) . . . . .	278
E.15 Proyecto - Presentación del caso/problema (Elaboración propia) . . . . .	279
E.16 Proyecto - Organizar las ideas (Elaboración propia) . . . . .	280
E.17 Proyecto - Organizar la acción (Elaboración propia) . . . . .	281
E.18 Proyecto - Resolver el problema (Elaboración propia) . . . . .	283
E.19 Actividad P1 — Llegar a la Isla (Elaboración propia) . . . . .	284
E.20 Actividad P2 — Primer día en la Isla (Elaboración propia) . . . . .	285
E.21 Actividad P3 — Completar el mapa de la isla (Elaboración propia) . . . . .	286
E.22 Actividad P4 — Construir un almacén de provisiones (Elaboración propia) . . . . .	287
E.23 Actividad P5 — Construir un refugio (Elaboración propia) . . . . .	288
E.24 Actividad P6 — Construir un acueducto (Elaboración propia) . . . . .	289
E.25 Actividad P7 — Construir un mirador (Elaboración propia) . . . . .	290
E.26 Actividad P8 — Construir un puente (Elaboración propia) . . . . .	291

## LISTA DE FIGURAS

---

E.27 Actividades con herramientas cognitivas (Elaboración propia) . . . . .	293
E.28 Seguimiento de actividades con herramientas cognitivas (Elaboración propia) . . .	294
E.29 Actividades con herramientas de representación (Elaboración propia) . . . . .	296
E.30 Desarrollo de pruebas del teorema de Pitágoras (Elaboración propia) . . . . .	296
E.31 Trabajos elaborados por los alumnos (Elaboración propia) . . . . .	297

# Introducción

## Antecedentes

La situación educativa en México, al igual que en la mayoría de los países, pasa por momentos de análisis y reflexión en los que se discuten y plantean las acciones que se deben realizar para afrontar la actual emergencia sanitaria, que al tiempo se vislumbra como una nueva realidad a la que deberemos de acostumbrarnos. Sin duda, este hecho marca un antes y un después, que implica un cambio de paradigma sobre el cual se ejerce la educación, este hecho mostró de manera abrupta las deficiencias en el modelo educativo, que de una u otra forma se han abordado en muchas investigaciones realizadas en los últimos treinta años. La mayor parte de los autores señalan que en la educación como en la formación, las personas aprenden a diferentes ritmos y las necesidades de aprendizajes varían de acuerdo con el entorno social y aspiracional de cada individuo.

Según Reigeluth [2016], el hecho de que los programas de estudios contengan de manera preestablecida los temas a cubrir en un predeterminado tiempo, implica que los alumnos más lentos se ven obligados a avanzar antes de haber llegado a dominar el contenido, de tal manera que acumulan de forma sistemática un déficit en su aprendizaje que les limitará aprender nuevos contenidos relacionados en el futuro y de manera inversa los alumnos más avanzados se ven limitados a desarrollarse plenamente.

En esa misma línea, el trabajo de investigación realizado por Ortega [1993] en torno a las actitudes de los maestros frente a la adolescencia, comparte algunas observaciones acerca del desarrollo del pensamiento reflexivo en el adolescente y el papel que puede jugar el maestro en este proceso. Uno de los primeros aspectos que parece de gran importancia señalar es que existe una vertiginosa obsolescencia de los conocimientos, ya sea por los rápidos cambios en los que se desarrollan nuevos conocimientos, o por la falta de uso o aplicación de estos conocimientos en la vida cotidiana, provocan en principio una pérdida del conocimiento o desculturación; por ello plantea la necesidad de una permanente renovación de los contenidos y programas de estudios, reorientados hacia el desarrollo de la inteligencia y del pensamiento reflexivo y crítico en los alumnos; Saltalamacchia [2018] señala en la descripción del concepto

de “sociedad de la información” o “sociedad del conocimiento” que no hay actividad humana sin información y sin conocimiento. Por lo que en un primera aproximación al término de lo que se denomina sociedad “de la información” o “del conocimiento”, este período de la humanidad se debe no tanto a la incrementada necesidad de conocimiento en la vida social, sino a la incrementada obsolescencia de dichos conocimientos, producto de los vertiginosos cambios científicos y tecnológicos (incluidos los de las comunicaciones) y de su aplicación en diversas esferas de la vida social. Esa peculiaridad obliga a agregar un componente de educación continua en los centros de educación superior.

Para hacer frente a los desafíos de la rápida globalización, la tecnología de la información avanzada, la intensa competencia internacional y las fuertes demandas de desarrollo, la nueva ola de reformas está impulsada por la noción de movimientos educativos de clase mundial (el término de clase mundial se refiere a un modelo de organización cuyos altos índices de calidad y operación comercial propician la excelencia en investigación, involucramiento de egresados y programas educativos a niveles altamente competitivos y al amparo de nuevos sistemas educativos con proyección internacional de acuerdo con la Plataforma Ellucian). Para asegurar eso, las generaciones más jóvenes pueden superar los desafíos futuros de las rápidas transformaciones en una sociedad de aprendizaje permanente y múltiples formas de desarrollo en un nueva era.

Muchas iniciativas persiguen nuevos objetivos en educación, el aprendizaje se trata del proceso mediante el cual los estudiantes, desarrollan sus Inteligencias Múltiples Contextualizadas (IMC) y sus competencias de alto nivel o del siglo XXI para participar en formas múltiples y sostenibles de desarrollo en una era de rápidos cambios como aprendices de IMC y autoiniciados.

De acuerdo con Cheng [2019], la efectividad de los maestros en el nuevo paradigma de la educación puede medirse y estudiarse en términos de los modelos de triplicación, IMC y formación continua. Según Cheng, el aprendizaje triplicado es la instrucción que integra el aprendizaje globalizado, localizado e individualizado para crear oportunidades de estudio ilimitadas para desarrollar la IMC de los estudiantes, que es relevante para la tecnología, desarrollo económico, social, político, cultural y del aprendizaje tanto a nivel local como contextos globales.

La individualización en la educación, particularmente con el apoyo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), ha atraído numerosos estudios para investigar cómo maximizar la motivación, el potencial y la creatividad de los estudiantes con diversas necesidades de aprendizaje [Bernat, 2013], este estudio enfatiza la noción sobre el aprendizaje como una actividad consciente y constructiva que involucra esfuerzos cognitivos deliberados y la aplicación de tecnologías como herramientas de aprendizaje cognitivo más que como medios de instrucción.

Un creciente corpus teórico sobre ciencia cognitiva señala la fuerza de este punto de vista sobre la capacidad humana de “la simulación mental”. El presente trabajo comienza examinando un tipo particular de modelo, es decir, “modelos mentales”, para investigar más de cerca la relación entre simulación y cognición.

Heinrich Rudolf Hertz citado por Mulligan [2018] señala que los modelos mentales son representaciones internas que la gente usa comúnmente para comprender, razonar y predecir eventos en el mundo. En su obra de 1894 “Principios de la mecánica”, expresó claramente la idea de que nuestros procesos de pensamiento se basan en representaciones internas que nos permiten imitar el mundo externo. Landriscina [2013] aclara que operar con simulaciones presupone la aplicación de modelos mentales que proporcionan al usuario tanto un modelo del sistema a representar como un modelo de razonamiento para predecir las transformaciones del sistema. Luego, se puede utilizar una simulación para mostrar los posibles efectos reales de condiciones y cursos de acción alternativos. En consecuencia, la teoría de los modelos mentales se convierte en la piedra angular de la argumentación teórica que cubre una amplia gama de teorías e investigaciones sobre modelos mentales, a través de enfoques cognitivo-constructivistas hasta la concepción del aprendizaje centrado en modelos y la resolución de problemas que operan con simulaciones basadas en computadora.

Este trabajo por lo tanto, pretende establecer bases sólidas para el diseño y desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje de tipo combinado a través del uso de simulaciones por computadora para apoyar el aprendizaje en contextos formales de instrucción. De igual forma la orientación de modelo propuesto pretende abonar a un cambio de paradigma de la enseñanza-aprendizaje, que permita empatar los modelos enciclopédicos con modelos centrados en el estudiante que contribuyan a la adquisición de habilidades cognitivas de orden superior, fomentar la autorregulación en los estudiantes con la finalidad de desarrollar una mayor independencia y capacidad de aprender con la mínima intervención del docente.

Si bien al profesor que trabaja con adolescentes en medio de esta pandemia se le presenta un escenario difícil y complejo que tiene implicaciones sobre la transmisión y desarrollo de los contenidos, no es menos cierto que en la adolescencia se desarrolla la etapa de las operaciones del pensamiento formal, el reto entonces sigue siendo educar, pero en un escenario distinto y con reglas diferentes que deben ser encaminadas, estimuladas y promovidas a través de estrategias didácticas, al desarrollo de los modelos de triplicación, IMC y aprendizaje continuo como herramienta central del desarrollo humano, que les permita adaptarse y hacer frente a los vertiginosos cambios.

### Planteamiento del problema

El hecho de que los adolescentes aprenden a diferentes ritmos y las necesidades de aprendizajes varíen de acuerdo con las expectativas de desarrollo de cada uno de ellos provocan en principio una brecha entre el conocimiento y la aplicación este, aunado al tiempo que se establece para alcanzar los objetivos de aprendizaje, les resulta insuficiente y genera en ellos un déficit en su aprendizaje. Por otro lado, la reciente pandemia mostró varias áreas de oportunidad para la transición de los modelos en línea, particularmente en el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México, la inversión, desarrollo e innovación constante en tecnología educativa permitió una eficiente y pronta intervención para la transición a los modelos en línea, no obstante las áreas de oportunidad se dieron principalmente en la planta docente, no todos los docentes estaban preparados para migrar del modelo presencial a los modelos en línea; por lo que se presenta un escenario perfecto para la actualización de la función docente, donde el reto consista en poner en práctica actividades de aprendizaje mediadas por la tecnología y encaminadas al desarrollo humano, soportadas en modelos pedagógicos que promuevan el aprendizaje globalizado, localizado e individualizado para crear oportunidades de aprendizaje ilimitadas para desarrollar la IMC de los estudiantes como herramienta central del desarrollo, permitiendo adaptarse y hacer frente a los desafíos de la rápida globalización, la tecnología de la información avanzada, la intensa competencia internacional y las fuertes demandas de desarrollo, sin dejar de lado las metas autoimpuestas de cada individuo.

Si bien existen varios elementos de los cuales se desprende el problema, la propuesta no pretende en lo absoluto, modificar los planes y programas de estudio, ni regular las acciones de los docentes, sino más bien establecer bases sólidas para el diseño y desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje de tipo combinado a través del uso de simulaciones por computadora para apoyar el aprendizaje en contextos formales de instrucción; cabe señalar que el término de aprendizaje combinado no hace referencia al aprendizaje híbrido, es decir, a la combinación entre los modelos presencial y en línea, sino más bien a la combinación de varios enfoques pedagógicos. En cierta forma la propuesta retoma algunas de las proposiciones del modelo Montessori adaptado por Tomlinson [2016] en la que enfatiza el uso de modelos dinámicos que son manipulados por los alumnos para comprender los conceptos, y posteriormente son replicados en lo que se denominan “areneros”. En realidad, muy a menudo los alumnos utilizan modelos y simulaciones como meras aplicaciones que han sido diseñadas por programadores e instructores. Los estudiantes por lo regular no obtienen información sobre el diseño de las herramientas en sí y, por lo tanto, no comprenden las funciones de modelar el mundo. Estas simulaciones pueden denominarse modelos de caja negra.

La propuesta aboga para que los alumnos participen en los procesos de desarrollo de sus propios simuladores, para una mayor de comprensión de los modelos que subyacen al fun-

cionamiento de las simulaciones. Dichos modelos se pueden llamar modelos de caja de cristal [Landriscina, 2013]. Suponen que los alumnos pueden comprobar los modelos conceptuales y matemáticos que se utilizan para ejecutar una simulación. Esta parte es otra piedra angular junto con los modelos mentales que fundamentan el modelo, donde se trabajan estos puntos centrales desde la perspectiva llamada aprendizaje centrado en modelos y proporciona una extensión de los enfoques de la caja de cristal. En este sentido, el acto de modelar debe incluir la reflexión sobre los procesos de pensamiento y la función de las herramientas que el alumno puede aplicar para modelar y representar el mundo real.

La relevancia particular de las simulaciones y sus roles únicos que desempeñan en el aprendizaje tiene que ver con la creación de entornos de aprendizaje virtuales, que los estudiantes puedan explorar libremente o desde las distintas limitaciones que requieren de la orientación para construir conocimiento por sí mismos. Se puede anticipar que el éxito de esta aplicación de simulaciones no está en función de cómo se presenta el “concepto” en sí, sino más bien en el grado en que los estudiantes pueden encontrar por sí mismos formas de reducir la disonancia cognitiva entre lo que el entorno presenta al usuario y el conocimiento y la experiencia que el usuario aporta cuando interactúa con el entorno.

## Justificación

Los desarrollos recientes en software interactivo y el surgimiento del pensamiento sistémico brindan una oportunidad para crear simulaciones interactivas basadas en modelos que favorezcan el aprendizaje en los estudiantes [Aldrich, 2003]. Los programas de simulación por computadora animan a los estudiantes a explorar sistemas complejos y realistas. El entorno interactivo y la capacidad gráfica de estos programas proporcionan formas efectivas de representar el mundo; además, la programación basada en los modelos matemáticos provee la capacidad de ejecutar secuencias y procesos para una retroalimentación directa a los estudiantes.

Ifenthaler [2014] señala que claramente las simulaciones digitales son programas de computadora que tienen como objetivo modelar los comportamientos de sistemas complejos, permitiendo al alumno explorar un sistema de forma controlada para comprender mejor cómo interactúan los componentes del sistema y cómo las decisiones alternativas pueden afectar los resultados deseados. En el futuro, estos tipos de simulaciones podrían fusionarse para crear sistemas de simulación instruccional aún más inteligentes. Tales simulaciones podrían proporcionar un alto nivel de fidelidad junto con el suficiente apoyo educativo e incluir cierto grado de sistemas lógicos que puede adaptar la fidelidad, la dificultad y el apoyo a las necesidades de un alumno de manera individual.



De acuerdo con la teoría de Landriscina [2013], los estudiantes deben participar cada vez más en la construcción de sus propios modelos y participar en un nivel conceptual profundo en la comprensión del contenido, los procesos y la resolución de problemas y de las tareas a realizar. Concretamente, una simulación digital no es más que un programa de computadora que intenta recrear la realidad operando con un modelo abstracto de un sistema físico o social en particular y de sus características, para obtener una idea del funcionamiento del sistema real. Cada modelo se construye de acuerdo con intenciones específicas para simplificar al original en varios aspectos, así como para crear una plausibilidad subjetiva con respecto al mundo. El núcleo de cada simulación por computadora consiste en un modelo (conceptual) del sistema que se modelará y ninguna simulación puede ser mejor que el modelo subyacente.

Además del modelo del sistema, un programa de simulación incluye un modelo de razonamiento para simular las transformaciones del sistema. Luego, se puede utilizar una simulación para mostrar los posibles efectos reales de condiciones y cursos de acción alternativos. En otras palabras: una simulación es una versión computarizada del modelo de un sistema que se ejecuta en el tiempo y es iterativa por naturaleza con respecto al modelo subyacente: se debe construir un modelo del sistema, luego el programa de computadora simula el modelo, aprende de la simulación, revisa el modelo y continúa las iteraciones hasta que se obtiene un nivel adecuado de comprensión desarrollado.

Las simulaciones y los modelos se consideran cada vez más entornos de aprendizaje innovadores que son coherentes con la forma en que las personas aprenden: las variables se pueden limitar a un nivel manejable y se puede proporcionar una estructura y dirección para el aprendizaje, se pueden abordar problemas del mundo real y los estudiantes pueden tomar el control y responsabilidad por su propio progreso de aprendizaje.

Desde un punto de vista instruccional, es necesario afirmar que el modelo particular de la realidad que constituye el núcleo y alcance de la simulación representa tanto el tema como los “modelos conceptuales” de un tema. Una simulación es un método de enseñanza-aprendizaje o de la evaluación del aprendizaje de contenido curricular que se basa en una situación real.

La simulación por tanto está diseñada para replicar una situación de la vida real tan fielmente como se desee, al tiempo que fomenta a que los estudiantes asuman roles mientras analizan datos, toman decisiones y resuelven los problemas derivados a la situación que se presenta. A medida que avanza la simulación, los estudiantes responden a los cambios dentro de la situación planteada, estudiando las consecuencias de sus decisiones y acciones subsecuentes y prediciendo problemas o soluciones futuras. Una simulación bien diseñada simplifica un sistema del mundo real, al tiempo que aumenta la conciencia de la complejidad de ese sistema. Los

estudiantes pueden participar explorando en el sistema simplificado y aprender cómo funciona el sistema real sin la necesidad de pasar varios días, semanas o años que llevaría experimentar determinadas experiencia en el mundo real.

## Preguntas de investigación

- ¿Cómo se puede diseñar, desarrollar e implementar un entorno de aprendizaje de tipo combinado basado en simuladores por computadora?
- ¿Cómo se pueden desarrollar estrategias didácticas para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, en los diferentes contextos locales y globales del mercado laboral?
- ¿Cómo se podría usar la simulación por computadora para enseñar de manera más efectiva?
- ¿Cómo se puede desarrollar la autorregulación de los estudiantes para el estudio como factor principal en el diseño instruccional?
- ¿Cómo se pueden utilizar los sistema para la gestión del aprendizaje como herramientas principales para optimizar oportunidades de aprendizaje para estudiantes de manera individual?

## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar una propuesta metodológica mediada por el uso simuladores basados en computadora en entornos virtuales de aprendizaje combinados, para mejorar los ambientes de aprendizaje en la educación media superior.

### Objetivos específicos

1. Definir estrategias adecuadas para la implementación de simuladores basados en computadora en los entornos virtuales de aprendizaje.
2. Definir bases sólidas y prácticas para el diseño y uso de simuladores por computadora.
3. Definir los fundamentos teóricos y epistemológicos subyacentes al desarrollo de modelos y simulaciones.
4. Definir los elementos técnicos para el uso de simulaciones basados en computadora para el aprendizaje.

5. Utilizar las plataformas de sistema para la gestión del aprendizaje como mediación en el proceso enseñanza-aprendizaje para adecuar los modelos didácticos de aprendizaje.

### **Delimitación**

Al alcance de nuestra competencia, y con base en las diversas teorías e investigaciones recientes sobre los modelos pedagógicos y en el desarrollo de objetos virtuales de aprendizajes se presentará un modelo de diseño instruccional que permita mediar las actividades de enseñanza aprendizaje en entornos virtuales de aprendizaje combinados, adaptado a las competencias de tipo formal en el campo de las matemáticas, empleando técnicas de aprendizaje basado en simuladores, en concreto presentaremos un conjunto de bases teóricamente sólidas y prácticas para el diseño y uso de simulaciones en entornos virtuales de aprendizaje para apoyar el aprendizaje en contextos formales de instrucción. Mismo que se pondrá a valoración en un grupo heterogéneo de profesores de matemáticas y ciencias experimentales del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan para su estudio y análisis.

# Capítulo 1

## Marco teórico

*“La felicidad reposa en nuestro destino como una nube en el cielo antes de que las tempestades futuras acaben con los sueños de ayer y de la semana pasada”*

---

*Van Pelt*

Durante las últimas décadas, el campo del diseño de sistemas de instrucción (DSI) ha sido influido por los avances en las teorías del aprendizaje, las teorías de la comunicación y tecnología computacional. Estos avances están cambiando disciplina del DSI rápidamente a medida que nueva comprensión de cómo las personas se comunican, aprenden, y de cómo la tecnología puede estar influenciando para mejorar el aprendizaje y la comunicación.

Como resultado de todo esto, el campo de DSI han surgido muchos modelos, sin embargo, de acuerdo con Mayer [2004], en el ámbito educativo han prevalecido tres puntos de vista de manera más dominantes, estos puntos de vista son el conductismo, el cognitivismo y el constructivismo, que representan ampliamente a las principales tendencias en la forma en que se conceptualiza el aprendizaje y proporcionan algunas diferentes pautas para la práctica instruccional que todavía está en un estado de cambio.

En este capítulo se aborda el “marco teórico” en donde se describen las visiones del aprendizaje que se señalaron anteriormente, así como también otras teorías que emanaron de estos puntos de vista originales, de modo que el modelo propuesto se beneficia de todos ellos; las teorías derivadas incluyen: aprender haciendo [Schank et al., 1999], múltiples acercamientos a la comprensión [Cronbach y Snow, 1977], la teoría de la inteligencia múltiple [Gardner, 2008], teoría del compromiso [Kearsley, 1998], teoría de la transacción instruccional [Merrill, 1999], teoría de la presentación de componentes [Merrill, 1983], aprendizaje situado [Gibson, 1986];

juntas sustentan las dimensiones pedagógicas apropiadas para el estudio y los aspectos clave del modelo de aprendizaje combinado propuesto en este diseño de sistemas de aprendizaje e instrucción. Posteriormente, las principales características de estas teorías del aprendizaje se sintetizan con el fin de establecer cómo las posibilidades de las nuevas tecnologías podrían utilizarse para proporcionar heurísticas útiles para crear entornos virtuales de aprendizaje combinado, a partir de ahora (EVAC).

## 1.1 Desarrollo del adolescente

El punto de partida es establecer a la adolescencia como una etapa no solo formativa del ser humano, que se sitúa como enlace entre la niñez y la etapa adulta, sino que además coincide con el inicio de una serie de cambios físicos y fisiológicos (caracteres sexuales secundarios) que representan aquellos signos de madurez sexual, donde se transita invariablemente y es en la adolescencia donde se reafirman, adquieren y desarrollan habilidades, destrezas, valores, gustos, costumbres, por citar algunos elementos que comprende la complejidad del ser humano y que sin duda servirán para la integración del individuo dentro de la sociedad como una persona de bien; esto en el sentido idealizado que tenemos o buscamos como educadores. Sin embargo, existen diversos agentes que conforman el entorno del individuo, que determinan junto a sus convicciones el rumbo que tomarán sus vidas, lo que presupone que, un ambiente controlado daría como resultado un efecto homogéneo en los individuos; pero esto no pasa así en la realidad, mismos estímulos y mismas condiciones, son asimiladas de manera distinta, esto quizá sea explicado a través de las neurociencias que consideran al cerebro como una estructura de redes neuronales, que se comunican entre sí y almacenan la información a través de la formación de engramas, ante la codificación de las huellas que las vivencias nos dejan en el cerebro y la activación neuronal que ello genera.

## 1.2 La epistemología genética de Jean Piaget

En un sentido más formal, se explica esto a través de las consideraciones de Jean William Fritz Piaget (1896-1980), en su obra de “la epistemología genética” [Piaget, 1950], en la que establece que “el conocimiento no es nunca un estado fijo, sino que constituye un proceso de construcción permanente, como resultado de la interacción del sujeto con el objeto del conocimiento”. Piaget citado por Barrios [2018], además de que considera a la inteligencia como parte de las actividades psíquicas superiores y las conductas derivadas, y que tienden a la readaptación del organismo para mantener un equilibrio entre las “acciones” del organismo sobre los objetos, Barrios [ibid.] señala que el concepto de adaptación es muy importante en esta teoría, ya que ésta se realiza a través de un proceso de equilibrio, el cual consta de un doble movimiento: uno de “asimilación” y el otro de “acomodación” que mantienen una interacción activa y dinámica. Para Piaget [1950] la asimilación es la incorporación de la información de experiencia a los “esquemas” que

posee el individuo, es decir es el proceso de actuación sobre el medio, con el fin de construir internamente un modelo de este, siendo estos modelos conductuales y operacionales.

Al comienzo de la vida los modelos se basan en una actividad refleja, pero luego se van complejizando y marcando patrones de conducta, que llegan a convertirse en operaciones mentales. Luego la acomodación es el movimiento contrario y consiste en la modificación que sufre la estructura de los esquemas cuando una nueva información es ingresada a la psique, mediante un proceso de asimilación; de esta manera la mente se estaría ajustando al medio, de modo tal que incorpora los nuevos datos de manera constante.

Es así de esta forma, como el individuo desarrolla su inteligencia, cuando es capaz de utilizar los esquemas que fue construyendo a través de las experiencias sucesivas de vida y los reconstruye para formar las “estructuras” de pensamiento; dichas estructuras se manifiestan como una coordinación equilibrada de los esquemas que la integran; Pansza [1982] refiere que en una primera aproximación, Piaget define a la estructura como un “sistema de transformaciones que entraña unas leyes, en las que se conserva o se enriquece en medida de sus transformaciones, en las que comprende tres caracteres: de totalidad, de transformación y de autorregulación”. En ese sentido Barrios [2018] señala que el carácter de totalidad es explicado de forma que, en la totalidad de estos, está formada por elementos, pero estos no representan la suma de todos, es decir los elementos conservan sus características individuales, pero estos no existen aisladamente.

El carácter de transformación comprende elementos estructurantes y estructuras por lo que se entiende como sistemas de transformación y no como algo estático. El carácter de transformación acompaña al carácter de autoajuste, el cual constituye su conservación y cierto cierre, aunque el cierre no representa su desaparición de la estructura, sino su integración para formar estructuras más amplias, permitiendo así su enriquecimiento dentro de un proceso permanente de autoajuste. Piaget propone que estas estructuras evolucionan de modo que a lo largo del desarrollo de un niño, atravesará diferentes estadios sucesivos, de acuerdo con la posibilidad que tenga de usar diferentes estructuras mentales. El paso a estructuras superiores implica la existencia de estructuras más simples. Barrios [2018], afirma que, entre el paso de una estructura más simple a una de mayor complejidad, exigen una continuidad funcional y una discontinuidad estructural a través de un mecanismo de autorregulación y autoajuste que permitan mantener el equilibrio (homeostasis). Es así como cada estructura funciona amalgamada con la anterior como un paso previo que posibilita el desarrollo de la siguiente.

### **1.3 La teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget**

Según de Faroh [2007] Piaget plantea el desarrollo del sujeto desde las etapas del desarrollo del niño y del adolescente para explicar el proceso de conocimiento en un adulto. En la teoría

del desarrollo cognitivo Piaget [1976] establece cuatro estadios de desarrollo: el psicomotriz, preoperacional, de operaciones concretas y el de las operaciones formales, en ese sentido Piaget afirma además que, en este desarrollo existe un componente social que está subordinado a uno psicológico, de modo que el desarrollo es secuencial y sucesivo, de esta manera una etapa es condición necesaria para que se produzca el cambio a la siguiente y su dilación o adelanto pueden deberse a diferentes factores como por ejemplo: la herencia, la maduración interna, la experiencia obtenida del trato con los diferentes objetos, la educación, ya sea del orden social o formal.

Particularmente los estadios se diferencian con base en la posibilidad del uso de estructuras determinadas, las cuales se van manifestando en periodos de tiempo claramente delimitados:

- El estadio de la inteligencia sensorio motriz abarca desde el momento del nacimiento, a los 18 meses de vida del niño aproximadamente, donde es capaz de actuar de manera refleja, mediante las experiencias que le proporciona el mundo sensorial; aprende a manipular los diferentes objetos, así como la percepción de su temporalidad y ubicación en el espacio; el mayor desarrollo se acentúa en el aspecto fisiológico.
- El estadio de la inteligencia representativa y preoperacional que abarca un periodo que inicia del 1.5 a 2 años hasta los 7 u 8 años de edad, en este estadio Piaget describe que el gran logro de esta etapa, es el surgimiento de la función simbólica, que se refiere a la capacidad de representar algo, ya no directamente con el objeto como en el periodo anterior, sino fundamentalmente a través del lenguaje y las palabras, además del uso del juego simbólico y los gestos imitativos; es entonces en esta etapa donde la inteligencia básicamente reaprende en la mente lo que había aprendido desde lo corporal.
- En el estadio de la inteligencia operatoria concreta, que abarca desde los 7-8 a los 11-12 años, se observa que el mayor logro es la manipulación de cierta lógica aplicada a objetos concretos, es decir objetos físicamente presentes, logrando realizar operaciones como la reversibilidad y la seriación, permitiendo complementar los sistemas de clasificación y de relaciones.
- El cuarto estadio es el de la inteligencia de operaciones formales, que da inicio desde los 11-12 años en adelante, una característica importante de esta etapa es el desarrollo del razonamiento lógico, de modo que las operaciones mentales pueden entender ya conceptos muy abstractos, o dicho de otra forma, que puede manejar diferentes afirmaciones o proposiciones puramente verbales o lógicas como las atribuidas por Inhelder [1972], como también lo señala de Faroh, quien además comparte un análisis de dichas proposiciones como por ejemplo: establecer que lo real es un conjunto de lo posible, afirmando así el carácter hipotético deductivo, es decir que le permitan la multiplicidad de operaciones virtuales en situaciones específicas, que lo lleven a plantearse hipótesis que pueda finalmente

decidir a cuál de ellas someter a prueba y validar su resultado; además de que desarrolla esquemas de control de variables que le permiten aplicar estrategias que posibiliten ir variando sistemáticamente un factor del problema, mientras mantiene constantes los restantes factores, y aplicar así el razonamiento deductivo que lo lleve a establecer verdaderas consecuencias de las acciones efectuadas tanto en la realidad como en lo imaginario; ya por último dentro de las de carácter funcional, está el carácter proposicional, que funcionalmente le permite extraer del lenguaje ideas y traducirla a una operación concreta, esta nueva propiedad posibilita combinaciones del pensamiento mediante las operaciones de disyunción, implicación, exclusión y otras operaciones lógicas de clases y relaciones.

Hasta este punto se han desarrollado las ideas principales de la génesis y desarrollo de la inteligencia que propone Piaget, cabe aclarar que la complejización de los esquemas se da a lo largo de la vida, de modo que el individuo se adapta permanentemente al ambiente. Al respecto Piaget hace una disertación que contempla la posibilidad de que existan diferentes velocidades en el desarrollo, sin que esto varíe el orden en que se transita por los estadios; la velocidad depende entonces de la estimulación social y la interacción con el medio. Esta revisión a su teoría nos permite ver la influencia social como un agente determinante con la capacidad de facilitar o ralentizar el desarrollo cognitivo.

### 1.4 Desarrollo cognitivo de Lev Vygotsky

En el comparativo hecho por de Faroh [2007] contrasta la postura Vygotskiana acerca del desarrollo cognitivo en el adolescente, señalando las diferencias entre ambas perspectivas, por ejemplo, en el caso de Vygotsky plantea que: “en el proceso de desarrollo orgánico general del individuo, da importancia prioritaria al desarrollo histórico cultural de éste y considera funciones psíquicas superiores como producto del desarrollo histórico de la humanidad”, de modo que la estructura y la función existen como una unidad que no puede ser separada. A medida que desarrolla nuevos contenidos de pensamiento, el individuo adquiere nuevos mecanismos conductuales que permiten ascender a un modelo superior del pensamiento.

A diferencia de Piaget, Vygotsky señala que los patrones del pensamiento en el individuo no se deben únicamente a factores innatos, sino que son producto de las relaciones culturales y de su interacción social, vemos incluso una similitud con la postura de Durkheim [1976] que define a la educación como:

La acción ejercida por las generaciones adultas sobre las que todavía no son maduras para la vida social; tiene por objeto suscitar y desarrollar en el niño cierto número de estados físicos, intelectuales y morales, que se exigen de él la sociedad política en su conjunto y el medio especial, al que está particularmente destinado. [p. 53].



Durkheim (citado por Zúñiga [2009]) plantea además que en cada individuo, existen dos seres que forman una unidad indisoluble, pero que se manifiestan de formas distintas, uno de ellos está construido únicamente de los estados mentales que se construyen a partir del ser individual como son de las vivencias personales; el otro construido a partir de un sistema de ideas, de sentimientos y de hábitos que se expresan en la persona, no como un personalidad propia, sino como reflejo de los diferentes grupos a los que pertenece, en sus aspectos religiosos, de creencias, prácticas morales, tradiciones nacionales o profesionales, de las opiniones colectivas y de todos los géneros.

Bajo la perspectiva de Vygotsky, las interacciones sociales constituyen el medio principal del desarrollo intelectual, de modo que el conocimiento no se sitúa ni en el ambiente, ni en el niño, sino más bien dentro del contexto cultural o social determinado, de forma que esta interacción social crea procesos mentales de como recordar, resolver o plantear problemas.

De acuerdo con Vygotsky [Rafael, 2009], se nace con habilidades mentales elementales que se dan de manera natural y están determinadas genéticamente, entre ellas la percepción, la atención y la memoria. El comportamiento generado por estas funciones es limitado o condicionado por lo que se puede hacer. Debido a la interacción con compañeros y adultos con mayor conocimiento, estas habilidades “innatas” se transforman en funciones mentales superiores, a través de dicha interacción social, se adquiere la conciencia de nosotros, así como se aprende el uso de la simbología que permite pensar en formas cada vez más complejas. Por lo que el proceso del desarrollo cognitivo consiste en internalizar funciones que ocurren antes en lo que el llamo plano social.

Vygotski introduce el término de habilidades psicológicas (como la atención, la memoria, la comprensión o el pensamiento), mismas que define como funciones mentales superiores que se desarrollan y aparecen en dos momentos; el primer momento se manifiesta en el ámbito social mientras que el segundo en el ámbito individual, aunque afirma que todas las funciones psicológicas se originan como relaciones entre los seres humanos.

Las funciones mentales se originan como relaciones entre los individuos que luego son interiorizadas, cabe aclarar que este concepto refiere a procesos psicológicos exclusivos del ser humano y al mismo tiempo son adquiridos por el contacto con la cultural y que además son adquiridas mediante una instrucción sistemática. Vygotsky propone en su teoría que el aprendizaje y el desarrollo psicológico infantil no van a la par, sino que existe un desfase normal que se da desde los primeros días de vida y que permite lo que él denomina el “buen aprendizaje”, que no sería ni más ni menos que el que precede al desarrollo y a la vez lo conduce. Para explicar este desfase el autor utiliza el concepto de desarrollo próximo y en el cual habla de un nivel evolutivo real y

un nivel de desarrollo próximo, que es el nivel de pensamiento que una persona puede alcanzar con la ayuda de otros, aquí se hacen muy importantes las nociones de cooperación e intercambio social. De acuerdo con esta perspectiva, el punto central de esta distinción entre funciones mentales inferiores y superiores, consiste en que el individuo no se relaciona únicamente y de forma directa con su ambiente, sino también a través de y mediante la interacción con los demás individuos de manera que el desarrollo próximo está determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz.

Al igual que Piaget, Vygotsky define el desarrollo cognitivo en función de los cambios cualitativos de los procesos del pensamiento, a diferencia el autor los describe a partir de las herramientas técnicas y psicológicas que emplea el individuo para interpretar su mundo, a saber, que las herramientas técnicas son aquellas que nos sirven para modificar objetos o dominar el ambiente, mientras que psicológicas nos sirven para organizar o controlar el pensamiento y la conducta.

En concreto, las teorías desarrolladas por Piaget y Vygotsky sentaron las bases psicológicas del enfoque constructivista en el proceso de enseñanza aprendizaje. De acuerdo con el enfoque constructivista, el niño debe formar su propio conocimiento del mundo donde vive, mientras que los adultos orientan este proceso ofreciéndole una estructura y apoyo.

## 1.5 Enfoque conductista

La escuela de pensamiento conductista fue influenciada por Thorndike [1913], Pavlov [1949] y Skinner [1974]. Los conductistas postulan que el aprendizaje es un cambio en el comportamiento observable causado por estímulos externos en el entorno. El conductismo psicológico tiene sus raíces, en parte, en el asociacionismo clásico según el cual el comportamiento inteligente es producto del aprendizaje asociativo. McLeod [2007] señala que el conductismo se centra solo en los cambios de comportamiento objetivamente observables y mensurables, adquiridos a través del condicionamiento, que se repiten hasta que se vuelven automáticos. Gredler [1997] expresa que el conductismo se compone de varias teorías que hacen tres suposiciones sobre el aprendizaje:

- i) El comportamiento observable es más importante que comprender las actividades internas.
- ii) La conducta debe centrarse en elementos simples: estímulos y respuestas específicos.
- iii) El aprendizaje se trata de un cambio de comportamiento.

El conductismo descuenta el procesamiento interno que podría estar asociado con la actividad.

Tabla 1.1: Claves principales del conductismo

<b>Término</b>	<b>Descripción</b>
Refuerzo	Retroalimentación que llevará al alumno a formar una fuerte asociación entre el estímulo y el comportamiento deseado.
Contigüidad	Cuanto más inmediata sea la retroalimentación, más fuerte será la asociación.
Repetición	Cuanto más frecuente sea el estímulo-respuesta, más probable será el resultado deseado.
Variación	Variar el patrón del estímulo generaliza la respuesta.
Reforzamiento Intermitente	Se ha comprobado que no recompensar la respuesta cada vez es más eficaz que recompensarla constantemente.
Extinción	Si no se refuerza el vínculo estímulo-respuesta, la asociación desaparecerá.
Fuente: Carlile, Jordan y Stack [2005, p.49]	

Los enfoques conductuales comunes para el aprendizaje son los siguientes:

- El alumno asume un papel predominantemente pasivo y reactivo.
- La instrucción debe de ser estructurada y sistemática.
- Las metas, objetivos y estrategias de instrucción deben de ser concretos y definidos, dirigidos a los alumnos en general y no al alumno en lo individual.
- El aprendizaje debe ser medibles y cuantificables.
- Se asume que una intervención educativa bien planificada puede lograr en un resultado de aprendizaje.
- Centrarse en la simplificación (comenzar con lo fácil y progresar a lo más difícil) y repetición (aprendizaje de memoria/ejercicio y práctica).

- La instrucción está controlada por el instructor.

A pesar de que el conductismo es el primer tratado verdaderamente psicológico del aprendizaje, no pudo soportar la revolución cognitiva de la década de 1960. Thomas [2010] señala que el conductismo no puede explicar las ideas en torno al aprendizaje de nivel superior, la adquisición de conceptos, la resolución de problemas y la originalidad. La principal razón de su fracaso es el tipo de visión que tiene sobre la mente como una “caja negra” que ignora por completo la posibilidad de que los procesos de pensamiento ocurran en la mente. En respuesta, algunos educadores afirman que no todo el aprendizaje es observable y que el aprendizaje implica más que un cambio de comportamiento.

## 1.6 Enfoque constructivista

El constructivismo surgió como la principal metáfora del aprendizaje humano en los años ochenta y noventa a medida que decaía el interés por las perspectivas conductista y de procesamiento de la información [Reigeluth, 2013]. El constructivismo, derivado originalmente de los trabajos de Piaget [1970], Bruner [1960, 1979], Vygotsky [1962, 1978] y Papert [1980, 1993], es a la vez un enfoque filosófico y psicológico basado en el cognoscitvismo social que asume que las personas, los comportamientos y los entornos interactúan de manera recíproca [Schunk, 2012]. De acuerdo con Thomas [2010], en la teoría del constructivismo:

- Los alumnos construyen conocimiento (en lugar de adquirirlo) individualmente a través de sus interacciones con el entorno (incluidos otros alumnos) basándose en su conocimiento actual y previo, experiencia auténtica, estructuras mentales y creencias que se utilizan para interpretar objetos y eventos en relación con el contexto y al entorno en el que tiene lugar el aprendizaje;
- el alumno es un procesador activo de información y creador de conocimiento personal;
- la instrucción es un proceso de apoyo a esa construcción;
- el conocimiento no es puramente objetivo; y
- el papel principal del instructor es el de facilitador del aprendizaje.

Según Thomas [2010] los constructivistas ponen su énfasis en el aprendizaje en lugar de la instrucción, lo que implica la necesidad de entornos de aprendizaje bastos para que los estudiantes se involucren activamente con el maestro y con sus compañeros y construyan conocimiento. Además, el constructivismo requiere que el entorno de aprendizaje esté centrado en el alumno [Anderson y Kanuka, 1999].

El entorno de aprendizaje centrado en el estudiante (transforma a los estudiantes de receptores pasivos de información a participantes activos en su propio proceso de descubrimiento) se considera un importante elemento habilitador del constructivismo. Las personas aprenden mejor cuando pueden contextualizar lo que aprenden para una aplicación inmediata y un significado personal. En el proceso, según Mayer [2004], el papel del aprendiz cambió de receptor de conocimiento a constructor de conocimientos, un aprendiz autónomo (es decir, la capacidad del estudiante de aprender por sí mismo) con habilidades metacognitivas (como estrategias específicas para planificar, supervisar y evaluar su aprendizaje) para controlar su procesos cognitivos; el maestro actúa como un facilitador que anima a los estudiantes a descubrir principios por sí mismos y construir conocimiento trabajando para resolver problemas realistas.

### 1.7 Aprender haciendo (*learning by doing*)

Aprender haciendo (*learning by doing*) es una metodología de aprendizaje de raíz constructivista que se basa en los estudios de Schank et al. [1999]. Este modelo está orientado a la resolución de problemas y a la integración de los conocimientos en situaciones reales. Schank afirma que la gente no aprende leyendo o escuchando, sino que aprende mejor haciendo. Los problemas deben ser motivadores para los alumnos. Lo primero es definir el objetivo de la actividad y posteriormente desarrollar una historia que justifica la necesidad de cumplir la misión.

Se proporciona a los estudiantes un rol para participar, para ello deberá utilizar las operaciones disponibles y las ayudas. Schank [ibid.] sostiene que el impacto de los ordenadores en la educación no empezará a notarse hasta que no cambie el modelo educativo y cree que el verdadero reto está en cambiar el modelo de aprendizaje, dado que los ordenadores tienen el potencial para dejar de ser un medio de hacer las mismas cosas más rápido y convertirse en una forma de hacer las cosas de una manera diferente, imposible en la vida real.

### 1.8 Múltiples acercamientos a la comprensión (*multiple approaches to understanding*)

La teoría de la inteligencia múltiple de Howard Gardner sugiere que existen distintas formas de inteligencia para cada individuo y éstas residen en una localización precisa de la corteza cerebral. La diferencia radica en la forma en que cada cual desarrolla cada una de esas inteligencias. Gardner [2008], además, comparte algunas ideas comunes con otras teorías y propone estas formas primarias de inteligencia:

- **Verbal o lingüística:** El individuo se comunica a través del lenguaje.
- **Musical:** El individuo crea, comprende y se comunica con el sentido musical.

- **Lógico-matemática:** Utiliza las relaciones abstractas.
- **Espacio-temporal:** El individuo percibe información visual o espacial y transforma esta información recreando de memoria imágenes visuales.
- **Cinético-Corporal:** Usa su cuerpo para crear productos o resolver problemas.

Personal:

- **Intrapersonal:** Ayuda al individuo a distinguir sus propios sentimientos, construir modelos mentales apropiados y utilizar este conocimiento en la toma de sus propias decisiones (por ejemplo, la metacognición).
- **Interpersonal:** Le permite al individuo reconocer y distinguir los estados de ánimo, intenciones, motivos y sentimientos de otras personas (por ejemplo, habilidades sociales).
- **Naturista:** Distingue, clasifica y utiliza las características del medio ambiente.
- **Existencial:** El individuo utiliza ejemplos de vida, valores, etc.

De acuerdo con Gardner, la enseñanza y el aprendizaje deben centrarse en las inteligencias particulares de cada persona.

## 1.9 Teoría del compromiso (*Engagement theory*)

Esta teoría [Kearsley, 1998] nace en entornos de educación a distancia con soporte telemático de la experiencia de Kearsley y Shneiderman e incorpora propuestas constructivistas y las teorías del aprendizaje situado. Está orientada a la autoformación (proceso de aprendizaje que se pone en marcha cuando activamos nuestras estrategias y aptitudes personales para superar los retos a los que nos enfrentamos a lo largo de la vida) y a las teorías de aprendizaje de adultos (por ejemplo, *androlgy*). El compromiso de aprender significa que todas las actividades del estudiante implican procesos cognoscitivos activos tales como crear, solucionar problemas, razonar, tomar decisiones, evaluar, etc. La teoría del compromiso parte de la idea de comprometer a los estudiantes en actividades de aprendizaje en colaboración con otros estudiantes creando grupos de trabajo colaborativo, participando en proyectos de interés real y siendo los profesores los que orientan este trabajo.

- **El compromiso dentro del grupo:** El contexto de grupo anima a los estudiantes a aprender a través de equipos de colaboración.
- **Se aprende sobre la base de un proyecto definido dentro del grupo:** El trabajo en grupo es la forma más popular de participación. Los estudiantes aprenden a resolver los problemas propios del proyecto.

- **Contribución a la sociedad:** Los estudiantes aprenden dentro del contexto de sociedad. El valor de aprender es hacer una contribución a la sociedad. Por ejemplo, la organización de la comunidad, la escuela, el gobierno, etc. El proceso de aprendizaje podrá ayudar a los estudiantes a entender el mundo.

Las actividades del grupo se resumen en *relate-create-donate* (relacionar, crear, contribuir)

- **Relacionar:** Pone de manifiesto el esfuerzo de los grupos en los procesos de comunicación, planificación, gestión y en las habilidades sociales. Estas características forman parte de muchos de los perfiles profesionales actuales.
- **Crear:** Se trata de llevar a cabo actividades creativas. La definición de un proyecto y su gestión permite al estudiante un mayor control sobre su proceso de aprendizaje. Esta orientación del aprendizaje mediante proyectos es lo que se conoce como *problem based learning* (PBL) [Barrows et al., 1980], utilizado en muchos entornos profesionales.
- **Contribuir:** Destaca el valor de la contribución que se produce mientras se aprende por cuanto se trata de realizar proyectos de interés real y con personas reales, desde la misma comunidad educativa hasta las empresas, pasando por instituciones públicas de diferente naturaleza [Jacoby et al., 1996].

### 1.10 Teoría de la transacción instruccional (*instructional transaction theory*)

Se define a la “teoría de la transacción instruccional” (TTI)[Merrill, 1999] como el conjunto de interacciones necesarias para que un estudiante adquiera un conocimiento o una habilidad. Un algoritmo instruccional requiere un conjunto de objetos de conocimiento relacionados de una determinada forma (estructura de conocimiento) y que contiene todo el conocimiento necesario para adquirir el objetivo de aprendizaje propuesto.

La teoría de la transacción instruccional explica que es posible desarrollar entornos de aprendizaje interactivos y de simulación, con transacciones de identificación, de ejecución de procedimientos o de interpretación que incorporan estrategias de presentación, prácticas y ayudas al aprendizaje Saba [1988] define en “sistemas integrados de telecomunicaciones y transacción instruccional” que el que aprende a distancia recibe instrucciones a través de un canal de comunicación. Un rasgo diferenciado de la educación a distancia es la transacción instruccional mediada, siendo posible por la comunicación interactiva a través de la voz, textos, datos o cualquier información que provenga de una continuidad virtual.

## 1.11 Teoría de la presentación de componentes (*component display theory*)

La teoría de la presentación de componentes Merrill [1983] describe cómo se interrelacionan los objetivos de aprendizaje y los modelos de presentación. Según Merrill los objetivos de aprendizaje combinan:

i Contenidos:

- **Hechos:** Piezas de información con nombre propio, fecha o acontecimiento, símbolo para designar un grupo de objetos o acontecimientos.
- **Conceptos:** Grupos de objetos, acontecimientos o símbolos con características comunes.
- **Procedimientos:** Secuencia ordenada de pasos para conseguir un objetivo, proceso o producto.
- **Principios:** Explicaciones o predicciones que relacionan causas y efectos.

ii Rendimiento o desempeño:

- **Recordar:** En la memoria, una información previamente guardada.
- **Usar:** Aplicar alguna abstracción a un caso específico.
- **Encontrar:** Deducir o inventar una nueva abstracción.

En 1994 Merrill rescribe la “teoría de presentación de componentes” (TPC) para dar una respuesta en el campo del diseño instructivo a los nuevos desarrollos en *hardware* y *software* y la generalización de su uso en el terreno educativo. En esta nueva teoría se crea una distinción entre dos modos de instrucción:

- **Modelo tutorial:** La información se presenta al alumno de manera estructurada.
- **Modelo experiencial:** El alumno puede interactuar directamente con los contenidos que se presentan de forma experiencial.

## 1.12 Aprendizaje situado (*situated learning*)

Inicialmente descrita por Lave [2003], la “teoría del aprendizaje situado” se basa en el trabajo de Gibson [1969]. Esta teoría propone que el aprendizaje se da como un proceso de aprehensión de la realidad, mediante el cual se integra nuevo conocimiento de manera activa en el contexto específico o cultura donde ese conocimiento debe ser aplicado; lo que se llama estar situada. La interacción social es crítica en el aprendizaje situado, los estudiantes se integran en una



comunidad de prácticas que incorpora un conjunto de actitudes y comportamientos que los estudiantes van asumiendo paulatinamente.

Esta teoría dice que el conocimiento es una relación activa entre un agente y el entorno y el aprendizaje ocurre cuando el alumno está activamente envuelto en un contexto instruccional complejo y real. Gibson enfatiza que se aprende a través de la percepción y no de la memoria y sostiene que no solo el aprender sino también el pensar es situado y que por lo tanto debería ser considerado desde una perspectiva ecológica [Gibson, 1969].

Internet responde a las premisas del conocimiento situado en dos de sus características:

- **Realismo:** Posibilita intercambios auténticos entre usuarios provenientes de contextos culturales diferentes, pero con intereses similares;
- **Complejidad:** La naturaleza inestable del entorno en Internet constituye un escollo para los no iniciados.

### 1.13 Aprendizaje basado en proyectos y problemas

#### I. Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

El aprendizaje basado en proyectos involucra la investigación autodirigida de los estudiantes de casos del mundo real que resulta en la construcción de soluciones y conocimientos significativos. Este tipo de enfoque es adecuado en cursos con objetivos que requieren menos exposición teórica y una participación activa de los estudiantes. El modelo general de aprendizaje basado en problemas (ABP) se desarrolló en la educación médica en la década de 1950 [Savery y Duffy, 1995]. Hoy en día, muchos programas profesionales como la administración de empresas, el derecho, las ciencias de la salud, el trabajo social, he incluso la educación dependen en gran medida del aprendizaje colaborativo como técnica para la resolución de problemas grupales [Picciano, 2009].

El ABP tiene un marco constructivista, aunque también puede ocurrir fuera de los entornos de aprendizaje constructivistas. El ABP contribuye a la motivación intrínseca de los estudiantes, ya que se involucran en problemas de la vida real que son útiles y relevantes para ellos. En el enfoque de ABP, los estudiantes trabajan juntos en grupos pequeños para resolver problemas; el objetivo es compartir, desafiar y formar puntos de vista alternativos. Involucra el interés de los estudiantes, los motiva a aprender y les ayuda a retener la información que aprenden [Land y Greene, 2000a].

Con el aprendizaje basado en proyectos, los maestros eligen un proyecto, problema o caso del mundo real, o alientan a los estudiantes a generarlo y desarrollar estrategias para resolverlo;

en el proceso de encontrar una solución, los estudiantes interactúan naturalmente o hacen conexiones con el mundo más allá de la escuela, con el fin de impulsar sus necesidades de aprendizaje. Según Land y Greene [ibid.] otras de las ventajas son que:

- i. hace que los estudiantes aprendan a organizar y administrar el tiempo adecuadamente, y cómo aplicar los conocimientos y la experiencia previamente adquiridos para llevar a cabo el proyecto;
- ii. el proyecto alienta a los estudiantes a trabajar en colaboración para buscar información y soluciones a problemas realistas;
- iii. mejora las habilidades interpersonales, de comunicación y de resolución de problemas de los estudiantes y, por lo tanto, mejora su proceso de aprendizaje.

Land y Greene [ibid.] identificaron la metacognición, el conocimiento del dominio y el conocimiento del sistema como los factores críticos de éxito en el aprendizaje basado en proyectos.

#### II. Aprendizaje basado en problemas (ABP)

El aprendizaje basado en problemas se organiza alrededor de la resolución de problemas, en lugar de la materia; se basa en los complejos problemas encontrados en el mundo real. A los estudiantes se les presenta un problema para abordar por su cuenta, pero en colaboración. Es una forma motivadora de aprender, y es un método educativo centrado en el estudiante [Savery y Duffy, 1995]. Los estudiantes están involucrados en el trabajo con problemas reales y lo que tienen que aprender en su estudio se considera importante y relevante para sus propias vidas. A los estudiantes no se les da ningún método particular sobre cómo estudiar con un enfoque de resolución de problemas.

Deben determinar de forma independiente cómo resolver situaciones y problemas que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje que se desprenden de las competencias profesionales, además de qué recursos utilizar, abordando los problemas desde diversas perspectivas y contextos. Cuando analizan problemas, pueden participar en el mapeo conceptual o la manipulación de ideas como un medio para comprender los conceptos y su relación.

Pueden usar y al mismo tiempo comparar diferentes formas de resolver un problema en función de sus conocimientos previos; les ayuda a convertirse en solucionadores de problemas más flexibles y a desarrollar el significado personal y la comprensión de manera más efectiva Land y Greene [2000a]. El resultado final puede ser el mismo para dos alumnos, pero el proceso de internalización del conocimiento será diferente debido a sus diferentes antecedentes.

El papel del maestro es apoyar a los estudiantes en sus habilidades de pensamiento crítico, habilidades de aprendizaje autodirigido y conocimiento de contenido en relación con los problemas. El aprendizaje basado en problemas fomenta la construcción activa del conocimiento a través de la indagación personal, así como la negociación social y el trabajo con pares [Oliver, 1999].

Los estudiantes mejoran su habilidad de resolución de problemas cuando se involucran en problemas de la vida real y procesos realistas de resolución de problemas. ABP desafía a los estudiantes a desarrollar la capacidad de pensar críticamente, analizar problemas, encontrar y utilizar los recursos de aprendizaje apropiados. Según Merrill [2002] los entornos de aprendizaje más efectivos son aquellos que se basan en problemas.

Utilizando el aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología de instrucción, Savery y Duffy, [1995] derivan un conjunto de ocho principios de instrucción. El mayor beneficio del diseño de aprendizaje combinado es el aumento tanto en la interacción como en la resolución significativa de problemas. La tesis subyacente del ABP es que los estudiantes aprenden mejor cuando están profundamente involucrados en un tema, explorando y buscando activamente nuevos conocimientos, y adquiriendo nuevas habilidades para resolver el problema en cuestión. A los estudiantes se les da progresivamente más y más responsabilidad por su propia educación y se vuelven cada vez más independientes del maestro para su educación.

El aprendizaje basado en problemas está bien articulado en la literatura de investigación de modelos de instrucción y documentado (por ejemplo, Reigeluth, 2013; Jonassen, 1999; Savery y Duffy, 1995, 1995; y Merrill, 2002).

### 1.14 Aprendizaje mixto

Según el teórico danés Gynther [2012], el término *blended learning* se utilizó por primera vez en la literatura estadounidense y significaba una mezcla de enseñanza tradicional y enseñanza basada en la tecnología, utilizando diferentes formas para que la tecnología apoyase una amplia variedad de métodos pedagógicos, es decir, el aprendizaje mixto combina la docencia presencial con la utilización de distintas herramientas digitales que la complementan, la enriquecen y la acompañan, adaptándose a las distintas situaciones. Con el continuo avance de la tecnología digital, el aprendizaje mixto sigue desarrollándose en nuevas dimensiones, fusionando las mejores características de la enseñanza presencial convencional y el aprendizaje en línea [Graham, 2006]. Lo que en realidad se aborda como aprendizaje mixto es una variedad de enfoques de instrucción para satisfacer las necesidades pedagógicas de los estudiantes en función de sus estilos y preferencias de aprendizaje únicos. Por ello, a menudo se denomina “instrucción

híbrida”, aunque actualmente este término hace referencia más bien al enfoque de aprendizaje en línea que combina métodos tradicionales en el aula y el estudio independiente para crear una metodología de enseñanza híbrida.

La “combinación” es un concepto complejo con varias interpretaciones en diversos contextos educativos. Driscoll [2002] señala que el aprendizaje mixto puede significar cosas diferentes para diferentes personas. Puede significar:

- (i) Mezclar las posibilidades de la tecnología basada en la web (por ejemplo, aula virtual en vivo, instrucción a ritmo propio, aprendizaje colaborativo, transmisión de vídeo, audio y texto).
- (ii) La combinación de varios enfoques pedagógicos (por ejemplo, constructivismo, conductismo, cognitivismo) para producir un resultado de aprendizaje óptimo con o sin tecnología de instrucción.
- (iii) La combinación de cualquier forma de tecnología de instrucción (por ejemplo, video-llamadas, webinar, formación basada en la web) con la formación presencial de un instructor.
- (iv) Una potente integración de los estilos de aprendizaje sincrónico y asincrónico, que permite que permite a los estudiantes dominar los contenidos básicos en línea mientras profundizan en el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la aplicación del dominio de los contenidos en un entorno presencial. y la aplicación del dominio de los contenidos en un entorno presencial.
- (v) Combinar la tecnología de instrucción con las tareas reales del trabajo para crear un efecto armonioso de aprendizaje y trabajo.

En general, el aprendizaje mixto es el que se facilita mediante la combinación eficaz de diferentes modos de impartición, modelos de enseñanza y estilos de aprendizaje, y fundado en una comunicación transparente entre todas las partes implicadas en un curso [Heinze et al., 2004].

Gynther [2012] afirma que uno de los principales objetivos del enfoque mixto es aliviar muchos de los sentimientos de aislamiento o falta de comunidad que pueden tener los estudiantes, y promover las relaciones tradicionales entre estudiantes y profesores que se desarrollan durante la enseñanza a distancia. Aprovecha las mejores características de la enseñanza presencial con las mejores características de la facilitación en línea, para promover oportunidades de aprendizaje activo y autodirigido para los estudiantes. Johnson [2000] descubrió que las actividades educativas tradicionales en los cursos pueden ser más activas, significativas y auténticas cuando se potencian con la tecnología. El uso de actividades combinadas mejora la interacción cara a

cara con la reflexión y el discurso en línea, mejorando el acceso y el compromiso del alumno. Los supuestos clave de un diseño de aprendizaje mixto son:

- Integrar cuidadosamente el aprendizaje presencial y en línea para proporcionar experiencias de aprendizaje más comprometidas a través de un enfoque pedagógico mejorado.
- Repensar fundamentalmente el diseño del curso para optimizar la participación de los estudiantes.
- Reconstruir y reducir las horas de contacto de las clases tradicionales.
- Hacer que el aprendizaje sea más accesible y asequible para un mayor número de mayor número de alumnos.

### 1.15 Ambientes virtuales de aprendizaje

Para introducirnos en este tema, vamos a separar cada uno de los términos de la temática central, con el fin de definir lo que es un ambiente desde el punto de vista educativo.

En el ámbito educativo se define el ambiente como:

La organización del espacio, la disposición y la distribución de los recursos didácticos, el manejo del tiempo y las interacciones que se dan en el aula. Es un entorno dinámico, con determinadas condiciones físicas y temporales, que posibilitan y favorecen el aprendizaje. [Dillenbourg et al., 2002b].

Con lo anterior se concreta a través algunos de los elementos que componen el ambiente en el ámbito educativo; por lo tanto, la definición de ambiente de aprendizaje queda de la siguiente forma:

El escenario donde se desarrollan condiciones favorables de aprendizaje.

En el cual se contemplan, entre otras cosas:

- Las condiciones materiales necesarias para la implementación del curso.
- Las relaciones interpersonales básicas entre profesores y estudiantes.
- La organización y disposición espacial del aula.
- Las pautas de comportamiento que en ella se desarrollan.
- El tipo de relaciones que mantienen las personas con los objetos y entre ellas mismas.
- Los roles que se establecen y por último.

- Las actividades que se realizan.

El aprendizaje virtual o *e-learning* se caracteriza por no estar presentes, en el mismo espacio físico, el emisor y el receptor. Esto quiere decir que el seguimiento de los recursos didácticos para la enseñanza no requiere necesariamente la conexión simultánea entre docente–alumno–compañero de clase, aunque no excluye la posibilidad de hacerlo. Por lo tanto, de acuerdo con Muller [2011] “Un ambiente virtual de aprendizaje es un entorno de aprendizaje mediado por tecnología”, lo cual transforma la relación educativa, ya que la acción tecnológica facilita la comunicación y el procesamiento, la gestión y la distribución de la información, agregando a la relación educativa, nuevas posibilidades y limitaciones para el aprendizaje.

Los ambientes o entornos virtuales de aprendizaje son instrumentos de mediación que posibilitan las interacciones entre los sujetos y median la relación de éstos con el conocimiento, con el mundo, con los hombres y consigo mismo. Teniendo la idea o concepto de que son los ambientes virtuales de aprendizaje. A continuación se analizan sus ventajas y desventajas de los AVA.

Facilitan entre otras cosas:

- Las posibilidades de acceso a la información y a la comunicación (material digital e hipertextual).
- La libertad del estudiante para orientar su acción, en tanto amplían su concepción del qué, dónde y con quiénes se puede (y es necesario) aprender.
- La ampliación de estrategias de aprendizaje.
- La relación con las tecnologías, y las posibilidades de aprender con tecnología y aprender de ella.
- Una forma renovada de comprender la interacción entre estudiantes, ya que la eleva exponencialmente a múltiples posibilidades y limitaciones de comunicación que sólo pueden hacerse con esta tecnología y no con otras.
- La posibilidad de mejorar algunas habilidades cognitivas que dependen directamente del estímulo específico de cada herramienta, ampliando el repertorio de lo que pueden pensar y hacer cooperativamente.
- Las representaciones simbólicas como  $\text{\LaTeX}$ , y herramientas complejas de actuación basadas en la interacción cooperativa entre personas.

Dentro de sus desventajas se hallan:

- El costo inicial e implementación de las tecnologías es alto, principalmente en instituciones grandes, debido al elevado costo de los servidores, infraestructura y mantenimiento de los sistemas.
- No se cuentan con los servicios de internet todo el tiempo;
- Depende del suministro de eléctrico;
- Fallas con los proveedores del servicio de almacenamiento del sistema;
- No todos los usuarios cuentan con una computadora personal.

Tomando en consideración las ventajas que representan y que las tecnologías se van haciendo día con día más asequibles para los usuarios, es posible asegurar que estas desventajas señaladas, van cerrando la brecha entre los usuarios y los sistemas de enseñanza a través de las tecnologías.

Existen en el mercado diversos productos de aplicación AVA, que en forma general se agrupan en dos tipos, los:

- Softwares libres y
- Softwares comerciales.

En la modalidad a distancia, el clásico binomio enseñanza-aprendizaje se disuelve para dar paso a dos procesos diferenciados, pero complementarios. La manera en que las personas le dan significado a los materiales y cómo los utilizan para entender o transformar su entorno. En este sentido, existen distintas posturas que tratan de explicar el modo en que se educa al individuo.

Un sinnúmero de enfoques teóricos y orientaciones se centran en entender y explicar el complejo proceso de aprehensión y asimilación del conocimiento; sin embargo, la misma complejidad de la psicología humana hace difícil la existencia de un esquema estandarizado de aprendizaje, por lo que lo más recomendable es tratar de comprender las propuestas de diversos corpus teóricos y retomar aquello que ayude a entender el fenómeno estudiado.

### **1.16 Modelo Jonassen para entornos virtuales de aprendizaje constructivistas**

Jonassen [1991] identificó “criterios constructivistas” para la concepción de la metodología de evaluación que había extraído de la psicología cognitiva. De acuerdo con Jonassen, a partir de esto, propuso su primer conjunto de estrategias para identificar los objetivos del diseño en entornos de aprendizaje constructivistas de la siguiente manera:

- La negociación, más que la imposición, de metas y objetivos;

## 1.16. MODELO JONASSEN PARA ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE CONSTRUCTIVISTAS

---

- El análisis de las tareas debe considerarse para las interpretaciones apropiadas y la provisión de las herramientas intelectuales que son necesarias cuando los estudiantes están construyendo conocimiento;
- La promoción de múltiples perspectivas de la realidad a través de estas herramientas y dentro del entorno;
- La provisión de “conjuntos de herramientas” generativos y de construcción mental integrados en entornos de aprendizaje pertinentes que faciliten la construcción de conocimientos por parte de los alumnos; y
- Una evaluación sin objetivos para el autoanálisis [Jonassen, 1991].

A partir de estos objetivos, Jonassen formuló posteriormente las siguientes pautas que pueden ser útiles para facilitar entornos de aprendizaje constructivistas.

- Proporcionar múltiples representaciones de la realidad;
- Evitar la simplificación excesiva de la instrucción al representar la complejidad natural del mundo real;
- Centrarse en la construcción del conocimiento;
- Presentar tareas auténticas mediante el uso de instrucción contextualizada en lugar de abstracta;
- Proporcionar entornos de aprendizaje basados en casos del mundo real, en lugar de secuencias de instrucción predeterminadas;
- Permitir la construcción de conocimiento dependiente del contexto y del contenido; y
- Apoyar la construcción colaborativa de conocimiento a través de la negociación social, pero no a través de la competencia entre alumnos.

Jonassen [1994] propuso un modelo de diseño tomando tres elementos comunes: contexto, colaboración y construcción, como fundamentos para el entorno de aprendizaje, que son procesos clave más que productos. A partir de estos procesos, propusieron un conjunto de heurísticas para un proceso de diseño, que indican que dicho entorno debería soportar:

i Construcción de conocimiento que es:

- Fundamentado en la negociación interna del significado;
- Establecido como una negociación social de la realidad;
- Asistido por la exploración de entornos del mundo real y la creación de nuevos entornos; y



- Desarrollado en modelos mentales.
- ii** Un contexto de aprendizaje significativo y auténtico, que haga uso del conocimiento construido, que debería:
- Estar respaldado por elementos tales como: escenarios basados en casos que se sitúan en el mundo real y se basan en tareas auténticas;
  - Requieren una comprensión tanto de los métodos de resolución de problemas como de los procesos de pensamiento en ese contexto específico; y
  - Ser modelado por un intérprete habilidoso, aunque no necesariamente experto.
- iii** Colaboración, tanto la relación estudiante/estudiante como estudiante/maestro, donde el maestro se convierte en entrenador o mentor en lugar de custodio del conocimiento que:
- Emplea y fomenta la negociación social; y
  - Apoya un conjunto de herramientas intelectuales para fomentar el modelado mental a través de la negociación interna [Jonassen, 1994].

Jonassen y Rohrer-Murphy [1999] agregaron la “conversación” a los elementos comunes. Según Thomas [2010], los entornos de aprendizaje que implementan estos principios y pautas promueven un aprendizaje significativo. Todas las características anteriores están bien encapsuladas en la constelación de atributos de aprendizaje significativo de Jonassen, estos principios de diseño constructivista, implementados en el marco de los valores y procedimientos descritos anteriormente, pueden conducir a una variedad de entornos de aprendizaje, como la cognición en el contexto del mundo real, el aprendizaje cognitivo flexible o el aprendizaje colaborativo.

## Capítulo 2

# Metodología y diseño de la investigación

*“Es con el corazón como vemos  
correctamente; lo esencial es  
invisible a los ojos”*

---

*Antoine de Saint- Exupéry*

Toda investigación se basa en algunas suposiciones filosóficas subyacentes sobre lo que constituye una investigación “válida” y cuáles métodos de investigación son apropiados para el desarrollo del conocimiento en un estudio determinado. Por lo tanto, para llevar a cabo y evaluar cualquier investigación, es importante saber cuáles son estos supuestos. En este capítulo se discuten los supuestos filosóficos, así como también las estrategias de diseño que sustentan este estudio de investigación. Se identificó el paradigma cuantitativo para el marco del estudio a través de la revisión y presentación de supuestos filosóficos comunes. Además, el capítulo discute las metodologías de investigación y el diseño utilizado en el estudio, incluidas las estrategias, los instrumentos, los métodos de recopilación y análisis de datos, al tiempo que explica las etapas y los procesos involucrados en el estudio.

De manera general, el estudio utilizó un método de investigación cuantitativo con algunos componentes cualitativos. Los datos estadísticos obtenidos de las encuestas se utilizaron como medida descriptiva. La razón del enfoque cualitativo es que la naturaleza de este estudio de innovación tecnológica es demasiado compleja para reducirla a medidas únicamente cuantificables, ya que el estudio se centró en obtener una medición de la percepción de los participantes expertos sobre efecto del modelo de diseño propuesto para diseño de entornos virtuales de aprendizaje.

El diseño de la investigación para este estudio es un estudio descriptivo que se analiza a través de métodos de investigación por encuesta. Check y Schutt [2011] describen la investi-

gación por encuesta como “la recopilación de información de una muestra de individuos a través de sus respuestas a preguntas”. Este tipo de investigación permite una variedad de métodos para reclutar a los participantes, recopilar datos y utilizar varios métodos de instrumentación. Para esta investigación se obtuvo una muestra no aleatoria por conveniencia para participar en los grupos de trabajo a través de una convocatoria abierta a profesores de las áreas de matemáticas y de ciencias experimentales del Colegio de Ciencias y Humanidades, en la que se logró una participación de 60 profesores de ambas áreas y ambos turnos. Los profesores fueron asignados en dos grupo de intervención (es decir, entrenamiento en habilidades de diseño).

Se eligió un enfoque cuantitativo para recopilar datos de los profesores participantes en relación con las variables de los resultados del estudio. Se utilizaron calificaciones numéricas de autoinforme para medir la eficacia del modelo de diseño de entornos virtuales de aprendizaje combinados, y la pertinencia de modelo instruccional basado en simuladores. La percepción de los profesores se midió con dos instrumentos, cada uno de los cuales utilizó escalas de valoración Likert de 5 puntos.

La investigación mediante encuestas puede utilizar diversos métodos de levantamiento de datos, siendo los más comunes los cuestionarios y las entrevistas. Los cuestionarios pueden ser autoadministrados o administrados por un profesional, pueden ser administrados individualmente o en grupo, y suelen incluir una serie de ítems que reflejan los objetivos de la investigación.

El uso de una combinación de métodos de administración de la encuesta puede ayudar a garantizar una mejor cobertura de la muestra (es decir, que todos los individuos de la población tengan una oportunidad de ser incluidos en la muestra), reduciendo así el error de cobertura. Debido a la dificultad de obtener muestras representativas de una población grande, los investigadores pueden centrar la población de interés en un subconjunto de individuos.

Se eligió un método descriptivo como estrategia de investigación para determinar el rendimiento del nuevo modelo de instrucción en el contexto de la vida real. Se utilizó un método estadístico descriptivo para analizar los cuestionarios de los participantes. Los cuestionarios se utilizaron como métodos de recolección de datos. Además, se discutió la justificación de cada uno de los métodos de recolección de datos utilizados en el estudio.

Polland [1998] señala que la encuesta es un medio adecuado para recopilar información en tres condiciones:

- Cuando los objetivos de la investigación exigen datos cuantitativos y cualitativos.
- Cuando la información que se busca es específica y familiar para los encuestados.

- El investigador tiene conocimiento previo de las respuestas que probablemente surjan.

Las encuestas pueden utilizarse para describir fenómenos y resumirlos. El objetivo en el uso de encuestas para la investigación descriptiva es obtener una medición precisa de ciertas cosas, como el grado de afinidad a determinada afirmación. Todos estos puntos son relevantes en este estudio, que incluyó una recolección de datos detallada y profunda en el contexto de aplicación.

### 2.1 El paradigma de investigación

Según Terre Blanche [1999], el proceso de investigación tiene tres grandes dimensiones: ontología, epistemología y metodología. De acuerdo con ellos, un paradigma de investigación es un sistema integral de práctica y pensamiento interrelacionados que definen la naturaleza de la investigación a lo largo de estas tres dimensiones.

El término paradigma se originó a partir de la palabra griega *paradeigma* que significa patrón y fue utilizado por primera vez por Thomas Kuhn [1962] para denotar un marco conceptual compartido por una comunidad de científicos que les proporcionó un modelo conveniente para examinar problemas y encontrar soluciones. Kuhn define un paradigma como: “un grupo integrado de conceptos sustantivos, variables y problemas, adjuntos con los enfoques y herramientas metodológicas correspondientes...”. Según él, el término paradigma se refiere a una cultura de investigación con un conjunto de creencias, valores y suposiciones que una comunidad de investigadores tiene en común con respecto a la naturaleza y la realización de la investigación [Kuhn, 2011]. Por lo tanto, un paradigma implica un patrón, estructura y marco o sistema de ideas, valores y suposiciones científicas y académicas [Zeeman et al., 2002].

Los aspectos ontológicos y epistemológicos se refieren a lo que comúnmente se conoce como la cosmovisión de una persona que tiene una influencia significativa en la importancia relativa percibida de los aspectos de la realidad. Dos cosmovisiones posibles son: objetivista y constructivista. Estas diferentes formas de ver el mundo tienen repercusiones en la mayoría de las áreas académicas; sin embargo, ninguno de estos puntos de vista se considera superior al otro.

Ambos pueden ser apropiados para algunos propósitos e insuficientes o demasiado complejos para otros propósitos. También una persona puede cambiar su punto de vista dependiendo de la situación.

Según Zeeman et al. [2002] los paradigmas de investigación reflejan inherentemente las creencias sobre el mundo en el que se vive y en el que se quiere vivir. Basándose en esta creencia, Guba [1994] distingue entre la investigación positivista, postpositivista y posmodernista, agrupando el posmodernismo y el postestructuralismo dentro de la “teoría crítica”. La

naturaleza de la realidad asumida por el positivismo es el realismo, por el cual se supone que una realidad existe; en contraste, el pospositivismo asume que esta “realidad” es sólo “imperfecta y probabilísticamente aprehensible” [Guba, 1994]. El pospositivismo es visto como una variante del positivismo anterior, pero ambos son objetivistas.

La teoría crítica adopta una epistemología más transaccional y subjetivista donde “se supone que el investigador y el objeto investigado están vinculados interactivamente, con los valores del investigador... influyendo inevitablemente en la investigación” [Guba, 1994]. Mientras que el objetivo de la investigación positivista y pospositivista es la explicación, la predicción y el control, el objetivo de la teoría crítica es la crítica y la emancipación [Zeeman et al., 2002].

McGregor [2010] clasificó los paradigmas de investigación en tres categorías filosóficamente distintas como positivismo, interpretativismo y posmodernismo crítico. Esta triple clasificación se considera ideal para este estudio porque estas tres categorías se pueden utilizar para colocar convenientemente las teorías psicológicas y sociológicas más específicas utilizadas en el campo del diseño instruccional. Además de que estas tres perspectivas filosóficas son los paradigmas más populares en la investigación social, organizacional y de gestión contemporánea.

A continuación, se discuten las características clave de estas tres perspectivas que incluyen la cosmovisión, la naturaleza del conocimiento perseguido y los diferentes medios por los cuales se produce y evalúa el conocimiento dentro de cada paradigma o cosmovisión.

### 2.1.1 Positivismo

El paradigma positivista de la exploración de la realidad social se basa en las ideas filosóficas del filósofo francés Comte [2019]. De acuerdo con él, la observación y la razón son los mejores medios para comprender el comportamiento humano; el verdadero conocimiento se basa en la experiencia de los sentidos y se puede obtener mediante la observación y el experimento. A nivel ontológico, los positivistas asumen que la realidad está objetivamente dada y es medible utilizando propiedades que son independientes del investigador y sus instrumentos; en otras palabras, el conocimiento es objetivo y cuantificable.

Según Walsham [1995], la posición positivista sostiene que el conocimiento científico consiste en hechos mientras que su ontología considera la realidad como independiente de la construcción social. Si el estudio de investigación consiste en una realidad estable e inmutable, entonces el investigador puede adoptar una perspectiva “objetivista”: una ontología realista - una creencia en un mundo objetivo y real - y una postura epistemológica separada basada en la creencia de que las percepciones y declaraciones de las personas son verdaderas o falsas, correctas o incorrectas, una creencia basada en una visión del conocimiento como difícil, real y adquirible;

pueden emplear una metodología que se basa en el control y la manipulación de la realidad.

El positivismo considera el comportamiento humano como pasivo, controlado y determinado por el entorno externo. En general, la base pedagógica de los estilos “tradicionales” de enseñanza está respaldada por esta visión realista y objetivista del conocimiento [Thomas, 2010]. Esto se refleja en los enfoques instruccionales en este estudio porque emplea estrategias instructivistas también junto con enfoques constructivistas de manera complementaria.

Aunque el paradigma positivista continuó influyendo en la investigación educativa durante mucho tiempo en la segunda mitad del siglo XX, su dominio fue desafiado por críticos de dos tradiciones alternativas: el construccionismo interpretativo y el posmodernismo crítico, debido a su falta de subjetividad en la interpretación de la realidad social. Según sus críticos, la objetividad necesita ser reemplazada por la subjetividad en el proceso de investigación científica. El construccionismo y el posmodernismo crítico ofrecen enfoques teóricos, metodológicos y prácticos alternativos a la investigación [McGregor, 2010].

McGregor [ibid.] afirma que, aunque el objeto de la investigación existe fuera e independiente de la mente humana, no puede ser percibido con total precisión por las propias observaciones; en otras palabras, la objetividad completa es casi imposible de lograr, pero aun así lo persigue como un ideal para regular nuestra búsqueda de conocimiento. Por lo tanto, el enfoque positivista en los métodos experimentales y cuantitativos ha sido reemplazado o complementado en cierta medida por un interés en el uso de métodos cualitativos para recopilar información más amplia fuera de las variables fácilmente medidas.

### 2.1.2 Interpretativismo

Los investigadores interpretativos creen que la realidad consiste en las experiencias subjetivas de las personas del mundo externo; por lo tanto, pueden adoptar una epistemología intersubjetiva y la creencia ontológica de que la realidad se construye socialmente, McGregor [ibid.] argumenta que los interpretativistas asumen que el conocimiento y el significado son actos de interpretación, por lo tanto, no hay un conocimiento objetivo que sea independiente del pensamiento, el razonamiento de los humanos.

Myers [2019] señala que la premisa de los investigadores interpretativos es que el acceso a la realidad es sólo a través de construcciones sociales como el lenguaje, la conciencia y los significados compartidos. El paradigma interpretativo se sustenta en la observación y la interpretación, por lo tanto, observar es recopilar información sobre eventos, mientras que interpretar es dar sentido a esa información sacando inferencias o juzgando la coincidencia entre

la información y algún patrón abstracto según McGregor [2010].

El paradigma interpretativo se ocupa de comprender el mundo tal como es a partir de las experiencias subjetivas de los individuos. Utilizan metodologías orientadas al significado, como la entrevista o la observación de los participantes, que se basan en una relación subjetiva entre el investigador y los sujetos. La investigación interpretativa no predefine variables dependientes e independientes, sino que se centra en toda la complejidad de la creación de sentido humano a medida que surge la situación. Este es el enfoque interpretativo, que tiene como objetivo explicar las razones subjetivas y los significados que se encuentran detrás de la acción social [Kaplan y Maxwell, 2005].

La base filosófica de la investigación interpretativa es la hermenéutica y la fenomenología [Boland Jr, 1985]. La hermenéutica es una rama importante de la filosofía interpretativa con Gadamer [2013] y Ricoeur que son posiblemente sus exponentes más conocidos y surgió a finales del siglo XIX. La hermenéutica puede ser tratada tanto como una filosofía subyacente como un modo específico de análisis. Como un enfoque filosófico de la comprensión humana, la hermenéutica proporciona la base filosófica para el interpretativismo. Como modo de análisis, sugiere una forma de entender el significado o tratar de dar sentido a los datos textuales que pueden ser poco claros de una manera u otra.

El principio más fundamental de la hermenéutica es que toda comprensión humana se logra iterando entre considerar el significado interdependiente de las partes y el todo que forman. La hermenéutica moderna abarca no solo cuestiones relacionadas con el texto escrito, sino todo en el proceso interpretativo que incluye formas verbales y no verbales de comunicación, así como aspectos previos que afectan la comunicación, como las presuposiciones y las precomprensiones. El movimiento de comprensión “es constantemente del todo a la parte y de vuelta al todo” [Gadamer, 2013]. Según Gadamer [ibid.], es una relación circular. Intenta entender a los seres humanos en un contexto social. Este principio es fundamental para todo trabajo interpretativo que sea de naturaleza hermenéutica.

Aunque el estudio no es principalmente fenomenológico, algunos de sus aspectos están respaldados por los principios de la fenomenología que se centra en descubrir y expresar las características esenciales de un determinado fenómeno tal como son realmente.

Literalmente, la fenomenología es el estudio de los “fenómenos”: las apariencias de las cosas, o las cosas como aparecen en nuestra experiencia, o las formas en que experimentamos las cosas, por lo tanto, los significados que las cosas tienen en nuestra experiencia. Es el estudio de las estructuras de la conciencia tal como se experimentan desde el punto de vista en primera

persona. En su forma más básica, la fenomenología intenta crear condiciones para el estudio objetivo de temas generalmente considerados como subjetivos: la conciencia y el contenido de experiencias conscientes como juicios, percepciones y emociones [Gadamer, 2013].

### 2.1.3 Posmodernismo crítico

El posmodernismo crítico es una combinación de dos visiones del mundo algo diferentes: la teoría crítica y la erudición posmoderna [McGregor, 2010]. La “teoría crítica” es una tradición desarrollada por la escuela de Frankfurt en Alemania, basada en la tradición alemana de pensamiento filosófico y político de Marx, Kant, Hegel y Max Weber.

El posmodernismo es una forma de erudición que surgió en parte a través del trabajo de intelectuales franceses como Lyotard, Derrida y Foucault [McGregor, 2010]. Aunque se derivan de diferentes puntos de vista, son rúbricas amplias para los movimientos intelectuales en lugar de teorías específicas, sin embargo, son partes esenciales del análisis semiótico social. El posmodernismo crítico es menos radical en su enfoque y es un campo de estudio creciente que se está moviendo más allá del posmodernismo supuestamente radical.

Los investigadores críticos asumen que la realidad social está constituida históricamente y que es producida y reproducida por las personas [Myers, 2019]. Aunque las personas pueden actuar conscientemente para cambiar sus circunstancias sociales y económicas, los investigadores críticos reconocen que su capacidad para hacerlo está limitada por diversas formas de dominación social, cultural y política. Por lo tanto, la erudición crítica busca trascender las creencias, los valores y las estructuras sociales tomados por el derecho a la toma de posesión haciendo visibles estas estructuras y los problemas que producen, fomentando la autocrítica y desarrollando la conciencia emancipadora en los académicos y los miembros sociales en general.

De acuerdo con McGregor [2010], el objetivo del posmodernismo crítico es la transformación social para desplazar las estructuras existentes de poder y dominación, abriendo oportunidades para la participación social entre personas previamente excluidas y dominadas.

La tarea en el análisis crítico posmoderno ha sido deconstruir el discurso para revelar estructuras ocultas de dominación, particularmente dicotomías y luego reconstruir u ofrecer arreglos sociales alternativos y menos explotadores. Un manifiesto postmoderno crítico se resiste a la reducción de todas las teorías posmodernas al campo del interpretativismo ingenuo o la construcción social relativista. La investigación crítica posmoderna a menudo se ha centrado en el discurso a nivel micro, en contraste con un enfoque a nivel algo más macro en la investigación de la teoría crítica. A menudo utiliza métodos positivistas e interpretativistas convencionales; por lo tanto, más que las diferencias metodológicas, es un compromiso con el análisis dialéctico



y con la teoría crítica / posmoderna lo que diferencia más claramente la investigación crítica posmoderna del positivismo y el interpretativismo [McGregor, 2010].

## 2.2 Fundamentación de la elección

El constructivismo está estrechamente relacionado con el interpretativismo. El interpretativismo a menudo aborda características esenciales del significado y la comprensión compartidos, mientras que el constructivismo extiende esta preocupación con el conocimiento tal como se produce e interpreta. En el contexto de este estudio, los participantes adoptan el modelo de diseño instruccional dentro del contexto particular de la materia que imparten, influenciados por sus conocimientos y comprensiones previos y, por lo tanto, se posicionan como investigadores dentro de los parámetros de un discurso epistemológico constructivista.

Como el énfasis está en el desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje combinados de naturaleza socialmente construida de la realidad, el entorno de la investigación debe crearse de tal manera que haya una relación íntima entre el investigador y lo que se está estudiando, además de que los participantes puedan describir/expresar sus experiencias individuales en el proceso de desarrollo de un curso. Tal entorno de investigación proporciona al investigador un espacio para observar, investigar y comprender el proceso de asimilación del modelo propuesto, asimismo le permite, recopilar y documentar las sutilezas de los participantes.

Los enfoques interpretativos dan a la investigación un mayor alcance para abordar cuestiones de influencia e impacto, y para hacer preguntas como “qué tan de acuerdo o en desacuerdo se está” con ciertas afirmaciones particulares. McGregor [2010] afirma que el propósito del enfoque interpretativo en la ciencia de la información es producir una comprensión del contexto y el proceso por el cual la ciencia de la información influye y es influenciada por el contexto. Esta afirmación justifica la elección de la hermenéutica en esta investigación como la razón filosófica para este estudio. Así, la investigación adopta una postura intersubjetiva o interaccional hacia la realidad que se está investigando.

## 2.3 Metodología de la investigación

La metodología de investigación es una estrategia de investigación, que se mueve desde los supuestos subyacentes hasta el diseño de la investigación y la recopilación de datos [Myers, 2019]. Aunque hay otras distinciones en los modos de investigación, la clasificación más común de los métodos de investigación es cualitativa y cuantitativa. En un nivel, cualitativo y cuantitativo se refieren a distinciones sobre la naturaleza del conocimiento: cómo se entiende el mundo y

el propósito final de la investigación. En otro nivel del discurso, los términos se refieren a los métodos de investigación, es decir, la forma en que se recopilan y analizan los datos, y el tipo de generalizaciones y representaciones derivadas de los datos.

Los métodos de investigación cuantitativa se desarrollaron originalmente en las ciencias naturales para estudiar los fenómenos naturales. Se desarrollaron métodos de investigación cualitativa en las ciencias sociales para permitir a los investigadores estudiar los fenómenos sociales y culturales. Tanto los estudios de investigación cuantitativos como cualitativos se llevan a cabo en la educación. Ninguno de estos métodos es intrínsecamente mejor que el otro; cuya idoneidad debe decidirse en función del contexto, la finalidad y la naturaleza del estudio de investigación de que se trate; de hecho, a veces uno puede ser alternativo al otro dependiendo del tipo de estudio. Algunos investigadores prefieren utilizar el enfoque de métodos mixtos aprovechando las diferencias entre los métodos cuantitativos y cualitativos, y combinan estos dos métodos para su uso en un solo proyecto de investigación dependiendo del tipo de estudio y su fundamento metodológico [Bryman y Burgess, 1999].

La investigación cualitativa es naturalista; intenta estudiar la vida cotidiana de diferentes grupos de personas y comunidades en su entorno natural; es particularmente útil para estudiar entornos y procesos educativos. "...la investigación cualitativa implica un enfoque interpretativo y naturalista de su tema; intenta dar sentido o interpretar los fenómenos en términos del significado que las personas les aportan" [Denzin y Lincoln, 2007]. Según Marguerite et al. [2010], "la investigación cualitativa tiene como objetivo explorar y descubrir problemas sobre el problema en cuestión, porque se sabe muy poco sobre el problema". Por lo general, hay incertidumbre sobre las dimensiones y características del problema. Utiliza datos "blandos" y obtiene datos "ricos". Según Myers [2019], la investigación cualitativa está diseñada para ayudar a los investigadores a comprender a las personas y los contextos sociales y culturales en los que viven. Tales estudios permiten explorar y representar las complejidades y diferencias de los mundos en estudio.

En la investigación cualitativa se emplean diferentes afirmaciones de conocimiento, estrategias de investigación y métodos y análisis de recopilación de datos [Creswell et al., 2007]. Las fuentes de datos cualitativos incluyen observación y observación participante (trabajo de campo), entrevistas y cuestionarios, documentos y textos, y las impresiones y reacciones del investigador [Myers, 2019]. Los datos se derivan de la observación directa de comportamientos, de entrevistas, de opiniones escritas o de documentos públicos [Sprinthall et al., 1991]. Las descripciones escritas de personas, eventos, opiniones, actitudes y entornos, o combinaciones de estos también pueden ser fuentes de datos.

Una distinción básica obvia entre la investigación cualitativa y cuantitativa es la forma de recopilación, análisis y presentación de datos. Mientras que la investigación cuantitativa presenta resultados estadísticos representados por datos numéricos o estadísticos, la investigación cualitativa presenta los datos como narración descriptiva con palabras e intenta comprender fenómenos en “entornos naturales”. Esto significa que “los investigadores cualitativos estudian las cosas en sus entornos naturales, tratando de dar sentido a, o interpretar, los fenómenos en términos de los significados que las personas les aportan” [Denzin y Lincoln, 2007].

La investigación cuantitativa hace uso de cuestionarios, encuestas y experimentos para recopilar datos que se revisan y tabulan en números, lo que permite caracterizar los datos mediante el uso del análisis estadístico [Hittleman y Simon, 1997]. Los investigadores cuantitativos miden variables en una muestra de sujetos y expresan la relación entre variables utilizando estadísticas de efectos como correlaciones, frecuencias relativas o diferencias entre medias; su enfoque está en gran medida en la prueba de la teoría.

Stake [1995] describe tres diferencias principales en el énfasis cualitativo y cuantitativo, señalando una distinción entre: explicación y comprensión como el propósito de la investigación; el papel personal e impersonal del investigador; y el conocimiento descubierto y el conocimiento construido. Otra diferencia importante entre los dos es que la investigación cualitativa es inductiva y la investigación cuantitativa es deductiva. En la investigación cualitativa, no se necesita una hipótesis para comenzar la investigación; Emplea el análisis inductivo de datos para proporcionar una mejor comprensión de la interacción de las “influencias que se moldean mutuamente” y para explicar las realidades y experiencias que interactúan del investigador y el participante [Guba, 1994]. Permite que un diseño evolucione en lugar de tener un diseño completo al comienzo del estudio porque es difícil, si no imposible, predecir el resultado de las interacciones debido a las diversas perspectivas y sistemas de valores del investigador y los participantes, y su influencia en la interpretación de la realidad y el resultado del estudio. Sin embargo, toda investigación cuantitativa requiere una hipótesis antes de que la investigación pueda comenzar.

La necesidad por superar la dicotomía entre lo cuantitativo versus cualitativo, está cada vez más presente en los contextos científicos y prueba de ello es la amplia diversidad de investigaciones donde la pluralidad metodológica está presente [Bisquerra Alzina, 2004]. Evidentemente existe una nueva etapa en la evolución de la investigación educativa en donde se empiezan a superar estas cuestiones paradigmáticas. Sin embargo, la necesidad de enfocar la investigación con una nueva perspectiva no debe apartarse del objetivo y la finalidad de la investigación.

Según Bisquerra Alzina [2004] los estudios por encuestas en muchas ocasiones corresponden

a un primer acercamiento a la realidad que nos preocupa, para posteriormente poder estudiar con mayor profundidad el fenómeno educativo, utilizando otras modalidades de investigación más adecuadas al objetivo que se pretenda. Por lo tanto, los estudios por encuestas responden a una finalidad descriptiva específica y concreta. Los diversos enfoques de la investigación por encuesta tienen el mismo propósito: recoger opiniones, creencias o percepciones sobre un tema de actualidad de un gran grupo de personas. Aunque la investigación descriptiva por encuesta es un tipo de investigación cuantitativa, comienza con una pregunta de investigación y un conjunto de sub-preguntas como en la investigación cualitativa.

Para establecer de mejor manera los estudios por encuesta, es importante partir de una concepción clara de las investigaciones descriptivas. Por ello, creemos pertinente presentar una síntesis de los aspectos clave de la investigación descriptiva; “La investigación descriptiva tiene como objetivo general describir un fenómeno dado, a partir de diversas acciones no excluyentes entre ellas” [Bisquerra Alzina, 2004]. A pesar de que no existe un acuerdo unánime entre la comunidad científica respecto a la clasificación de la investigación descriptiva, Bisquerra Alzina [2004] diferencia tres tipos de estudios descriptivos: estudios de desarrollo, estudios de encuestas y estudios observacionales.

En el proceso de investigación existen distintas etapas. Cohen et al. [2002] plantean uno de los esquemas más completos en cuanto al proceso de investigación por encuesta, que ha servido de base para otros esquemas más sintéticos. Por su parte, Marguerite et al. [2010] establecen cinco fases de desarrollo del proceso de investigación de encuestas descriptivas, a saber:

- Diseño y desarrollo de la encuesta.
- Selección de la muestra.
- Pilotaje de la encuesta.
- Administración de la encuesta final y recopilación de datos.
- Análisis de datos.

En el primer nivel se incluye el planteamiento de los objetivos y/o problemas e hipótesis de investigación además de la preparación del instrumento de recogida de información. En el segundo se ubica la selección de la muestra y la definición de las variables que van a ser objeto de estudio. La confección del cuestionario piloto y su formulación definitiva darán paso al nivel estadístico, en el que, tras la codificación y análisis de los datos, se podrán elaborar conclusiones, realizar generalizaciones e integrar en el marco teórico de partida las conclusiones elaboradas.

Partiendo del planteamiento anterior, en todo proceso de investigación, independientemente de la modalidad, debe quedar muy claro cuáles son los objetivos del estudio. Los objetivos

deben llevar fácilmente a establecer cuál es la información necesaria y pertinente que debe recoger el instrumento de recogida de datos.

Por lo tanto, la investigación por encuesta debe traducir las variables sobre las que se desea obtener información en preguntas concretas sobre la realidad. Las técnicas asociadas a este tipo de investigación son el cuestionario y la entrevista, que en muchas ocasiones se utilizan de forma indistinta, sin embargo, estos dos distintos sistemas de recopilación de la información implican diferentes grados de interacción entre el entrevistador y el entrevistado a la hora de presentar la encuesta. Concretamente un cuestionario es un instrumento de recopilación de información compuesto de un conjunto limitado de preguntas mediante el cual el sujeto proporciona información sobre sí mismo y/o sobre su entorno. Mientras que una entrevista es un procedimiento mediante el cual un entrevistador realiza un conjunto de preguntas a un sujeto. Las preguntas pueden estar totalmente definidas de forma previa (entrevista estructurada) o bien estar indefinidas en menor o mayor grado (entrevista semiestructurada).

Además de las encuestas, las investigaciones descriptivas utilizan otros instrumentos cuantitativos para describir comportamientos o para comparar grupos. En algunos estudios, los investigadores pueden usar autoinformes o medidas observacionales para describir a los individuos en un momento determinado. Sin embargo, recordemos que el objetivo de estos estudios es simplemente describir el comportamiento y no inferir relación o causalidad. Este tipo de estudios a veces se denominan descriptivo comparativo porque describe las diferencias entre los grupos, pero no trata de explicar por qué ocurren estas diferencias. Los tipos de diferencias grupales que se exploran en los estudios descriptivos-comparativos a menudo involucran variables demográficas como la edad, el grupo étnico, el sexo, el nivel de grado o el puesto de trabajo.

### **2.4 Materiales, herramientas y recursos**

Sobre la base de acción del estudio se desarrollaron diversas actividades a lo largo del mismo, inicialmente se estableció un ciclo de conferencias en torno a un tema central que versó sobre las perspectivas de diseño en la tecnología educativa. Durante el ciclo de 10 conferencias se abordaron temas referentes al diseño instruccional, ambientes virtuales de aprendizaje, simuladores para la educación, diseño de objetos virtuales de aprendizaje, evaluación en línea por citar algunos temas. A partir de dichas conferencias el investigador utilizó medidas observacionales para describir los tipos de preocupaciones, dificultades e inquietudes que los profesores enfrentaban al desarrollar un curso en línea. Como estudio descriptivo, simplemente se identificaron los patrones de preguntas realizadas por los profesores. Este estudio descriptivo se utilizó para describir comportamientos de interés. Para ello fue necesario emplear una plataforma para

videoconferencias, una plataforma de *streaming*, además un sistema de encuestas en línea.

En una segunda etapa, se desarrollaron una serie de cursos de capacitación y actualización tecno-pedagógicos, para formar a un grupo de profesores de las áreas de matemáticas y ciencias experimentales del colegio, e introducirlos al modelo de diseño propuesto. En la realización de los cursos fueron necesarios el diseño e implementación de los cursos además de materiales para la instrucción como fueron: presentaciones, manuales de usuario, recursos guiados, así como de una plataforma desarrollada en Moodle para la gestión del curso además de un sistema para videoconferencias.

Finalmente, se elaboraron dos instrumentos de recolección de datos a través de encuestas, en el primero de ellos se realizó mediante un cuestionario con escalas de valoración Likert de 5 puntos diseñado para medir el grado de pertinencia del modelo de diseño. Y un segundo instrumento de iguales características para conocer la percepción de los participantes acerca del modelo instruccional de tipo combinado a través de simuladores propuesto. En referencia a este punto se desarrolló exprofeso un Aula Virtual muestra para la revisión de los participantes expertos.

## 2.5 Participantes

La investigación se desarrolló en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan (CCH-Naucalpan), que se encuentra ubicado en Calzada de los Remedios 10, Bosque de los Remedios, Naucalpan de Juárez, México. En el CCH-Naucalpan se encuentran adscritos 1150 profesores de los cuales 652 son mujeres y 498 son hombres. La investigación siguió dos líneas de investigación, ambas con profesores de las áreas de matemáticas y ciencias experimentales.

En total participaron a lo largo de tres cursos de formación tecno-pedagógico e innovación académica 60 profesores, los cuales se integraron para participar en los grupos de trabajo a través de una convocatoria abierta. De este total de profesores participantes, 26 son mujeres y 34 son hombres. Se conformaron en dos grupos de trabajo con profesores de ambas áreas y de diferentes asignaturas, que trabajaron a lo largo de tres cursos de formación tecno pedagógica orientados al desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje y al desarrollo de simuladores para la educación, todos ellos desde una perspectiva de diseño de entornos virtuales de aprendizaje combinado y el uso pedagógico de los simuladores dentro de dichos entornos.

### 2.5.1 Tamaño muestral

El objetivo de las estrategias de muestreo en la investigación por encuesta es obtener una muestra suficiente que sea representativa de la población de interés. A menudo no es factible

recopilar datos de toda una población de interés; por lo tanto, se utiliza un subconjunto de la población o muestra para estimar las respuestas de la población. Una muestra aleatoria grande aumenta la probabilidad de que las respuestas de la muestra reflejen con precisión a toda la población. Para sacar conclusiones precisas sobre la población, la muestra debe incluir individuos con características similares a las de la población.

Por lo tanto, es necesario identificar correctamente la población de interés. Lo ideal es que la muestra incluya individuos que reflejen la población prevista en términos de todas las características de la población y que contenga una distribución similar de individuos con esas características. Las estrategias de captación de participantes pueden afectar a la adecuación y representatividad de la muestra obtenida. La utilización de diversas estrategias de captación puede ayudar a mejorar el tamaño de la muestra y a garantizar una cobertura adecuada de la población prevista que recluten tanto a mujeres como a hombres.

La estrategia de reclutamiento para el estudio se realizó con base en una muestra no aleatoria por conveniencia para participar en los grupos de trabajo a través de una convocatoria abierta a profesores de las áreas de matemáticas y de experimentales del Colegio de Ciencias y Humanidades. Se obtuvo una muestra de 60 profesores de los cuales 26 fueron mujeres y 34 fueron hombres.

### **2.5.2 Fuentes de datos**

La evaluación es el proceso de recopilación sistemática de datos que representan la opinión y la experiencia de sus participantes u otras partes interesadas. Los tipos de datos que se recogen y la forma de hacerlo afectan a la forma de utilizar los datos. Por lo tanto, se debe decidir de antemano qué se va a medir y cómo se va a medir. Cuando se mide algo, se le asigna un valor numérico o una etiqueta para agrupar los datos, llamamos a ese tipo de datos categóricos.

Las fuentes de datos primarias incluyeron a los docentes matriculados en los cursos. Las principales técnicas de recolección de datos utilizadas en este estudio de investigación fueron los cuestionarios y la observación participante.

### **2.5.3 Instrumentos**

#### Cuestionarios

El cuestionario tiene la ventaja de llevarlo a un público más amplio en comparación con las entrevistas, pero tiene la desventaja de no ser posible personalizarlo para las personas como es posible con otros métodos de recopilación de datos. Este estudio utiliza tres cuestionarios que se enumeran a continuación:

- (i) Los participantes en el ciclo de conferencias realizaron una encuesta de autoevaluación de las aptitudes en materia de TIC, este cuestionario también intentó determinar su actitud hacia el aprendizaje electrónico, así como las percepciones y preocupaciones sobre los nuevos enfoques del aprendizaje en entornos basados en la tecnología;
- (ii) Cuestionario de evaluación del curso que se utilizó para evaluar el modelo de diseño de entornos virtuales de aprendizaje combinado;
- (iii) Instrumento de evaluación de expertos que se utilizó para evaluar el diseño pedagógico del modelo instruccional;

#### Evaluación observacional

El investigador, como observador participante, llevó a cabo métodos observacionales de recopilación de datos y evaluaciones observando cómo los profesores participaban en el ciclo de conferencias y en el desarrollo de los cursos.

Los métodos de observación tienen la ventaja de evaluar directamente la participación y el compromiso de los participantes en el entorno de aprendizaje y con las actividades de aprendizaje. Al observar a los profesores participantes en diferentes prácticas de instrucción (discusiones en clase, trabajo en grupo, ejercicios de aprendizaje activo, chat en línea o foros de discusión), el investigador pudo explorar cómo aprendieron los profesores: cómo interpretaron y dieron sentido al tema, dónde tropezaron, qué hicieron cuando no entendían el material, y así sucesivamente. Este método tiene quizá una desventaja, existe la posibilidad de que los profesores participantes pueden cambiar su comportamiento cuando saben que están siendo observados. Sin embargo, se observó que después de las primeras sesiones dentro del entorno de aprendizaje por parte del Investigador, los profesores comenzaron a considerarlo como un partidario en sus actividades de aprendizaje.

#### 2.5.4 Confiabilidad

Los criterios tradicionales para garantizar la credibilidad de los datos de investigación (objetividad, fiabilidad y validez) se utilizan en estudios científicos y experimentales porque a menudo se basan en instrumentos estandarizados y pueden evaluarse de una manera relativamente sencilla. Por el contrario, los estudios cualitativos generalmente no se basan en instrumentos estandarizados y frecuentemente utilizan muestras más pequeñas y no aleatorias.

Por lo tanto, estos criterios de evaluación no pueden aplicarse estrictamente al paradigma cualitativo, particularmente cuando la investigación se centra más en cuestionar y comprender el significado y la interpretación de los fenómenos. Cabe preguntarse si estos criterios de evaluación tienen algún valor en los estudios cualitativos. Merriam [1998a] advierte que los constructos de



confiabilidad y validez son cuantitativos y positivistas, y no necesariamente son aplicables a la investigación cualitativa. Aunque existen equivalencias en la investigación cualitativa como se describe a continuación

Evaluar la exactitud de los hallazgos cualitativos no es tarea fácil. Sin embargo, hay varias estrategias y criterios posibles que se pueden utilizar para mejorar la confiabilidad de los hallazgos de la investigación cualitativa. De acuerdo con Guba [1994], la confiabilidad es el término correspondiente utilizado en la investigación cualitativa como una medida de la calidad de la investigación. Es la medida en que los datos y el análisis de datos son creíbles y confiables. Guba y Lincoln sugieren que la calidad en la investigación cualitativa se puede evaluar mediante el uso de cuatro estrategias: los criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia o consistencia y confirmabilidad; los cuales se construyen paralelamente a las análogas de los criterios cuantitativos de validez interna y externa, fiabilidad y neutralidad.

El criterio de credibilidad está orientado al valor de verdad de la investigación. Se trata de contrastar las creencias y preocupaciones del investigador con las diferentes fuentes de las que se han obtenido los datos. La credibilidad en la investigación cualitativa se define como la medida en que los datos y el análisis de datos son creíbles y confiables. La credibilidad es análoga a la validez interna, es decir, cómo los hallazgos de la investigación coinciden con la realidad. Sin embargo, de acuerdo con la filosofía subyacente a la investigación cualitativa, la realidad es relativa al significado que las personas construyen dentro de los contextos sociales.

La investigación cualitativa es válida para el investigador y no necesariamente para otros debido a la posibilidad de múltiples realidades. Corresponde al lector juzgar el alcance de su credibilidad en función de su comprensión del estudio. La mayoría de los racionalistas propondrían que no hay una sola realidad por descubrir, sino que cada individuo construye una realidad personal [Smith y Ragan, 2004]. Así, desde una perspectiva interpretativa, la comprensión es cocreada y no hay verdad o realidad objetiva con la que se puedan comparar los resultados de un estudio.

El criterio de transferibilidad es análogo con la validez externa en la investigación cuantitativa. Se refiere por tanto al grado en que los sujetos investigados son representativos del universo al cual pueden extenderse los resultados obtenidos [Ruiz Olabuénaga, 2007]. Es decir, pretende determinar en qué medida es posible alguna transferencia entre dos distintos contextos, como consecuencia de la similitud entre ellos.

El criterio de dependencia es equivalente a la fiabilidad en los estudios cuantitativos. Hace referencia a la estabilidad de los datos. Es decir, la consistencia de observar el mismo hallazgo

en circunstancias similares. Según Merriam [1998a], se refiere a la medida en que los resultados de la investigación pueden ser replicados con sujetos similares en un contexto similar. Enfatiza la importancia de que el investigador tenga en cuenta o describa los contextos y circunstancias cambiantes que son fundamentales para la consistencia del resultado de la investigación.

La fiabilidad es problemática y es prácticamente imposible ya que el comportamiento humano no es estático, es altamente contextual y cambia continuamente dependiendo de varios factores influyentes. Se agrava aún más por la posibilidad de múltiples interpretaciones de la realidad por parte de los sujetos de estudio; un estudio similar con diferentes sujetos o en una institución diferente con diferente cultura y contexto organizacional o por un investigador diferente puede no necesariamente producir los mismos resultados. La calidad de las inferencias también depende de la construcción personal de significados basados en el individuo.

El criterio de confirmabilidad es análogo a la objetividad y es esencial en la investigación. Equivale a captar la realidad de la misma forma que lo haría alguien sin prejuicios, ni llevado por intereses particulares. Se basa en la neutralidad de los datos producidos, no en la neutralidad del investigador. Para conseguir la confirmabilidad se debe enfatizar en la coincidencia de inquietudes entre los paradigmas [Palacios Vicario et al., 2013]. En todos los casos es posible evaluar la labor de investigación conforme a los mismos o muy similares criterios, aunque adaptados a las particularidades de cada enfoque.

Como resultado de todo esto, la confiabilidad en el sentido tradicional no resulta tan práctica en un estudio de caso cualitativo. Merriam [1998a] sugiere que la confiabilidad en este tipo de investigación debe determinarse por si los resultados son consistentes con los datos recopilados. Según Seale [1999], la confiabilidad se puede lograr a través de la auditoría, que consiste en la documentación del investigador de los datos, métodos y decisiones tomadas durante una tesis, así como sus productos finales. La auditoría de la confiabilidad requiere que los datos y las descripciones de la investigación sean elaborados y ricos. También puede mejorarse alterando el diseño de la investigación a medida que surgen nuevos hallazgos durante la recopilación de datos.

### **2.5.5 Validez**

Para Cronbach [1984], es la principal en los tipos de validez, en tanto que la validez de constructo es el concepto unificador que integra las consideraciones de validez de contenido y de criterio en un marco común para probar hipótesis acerca de relaciones teóricamente relevantes. En este mismo sentido Cronbach [ídem] señala que “la meta final de la validación es la explicación y comprensión y, por tanto, esto nos lleva a considerar que toda validación es validación de constructo”.

Existen dos métodos sencillos para medir la validez de constructo, el primero, es el método cualitativo, que es la validez de contenido y segundo por el método cuantitativo y se desarrolla mediante el análisis factorial. Se puede realizar con el primer método, pero si el constructo no está claramente definido, tendremos que recurrir al análisis factorial por ser más directo.

El análisis factorial permite agrupar los ítems en dimensiones similares, mientras que con otras técnicas solo se diagnostican las dimensiones individuales entre ítems o preguntas [Ramírez, 2019]. Cuando un instrumento no tiene agrupados sus ítems, se dice que cada ítem es una dimensión [Merino y Privado, 2015]. El objetivo es agrupar los ítems en dimensiones, lo que permite obtener menos dimensiones, y es la razón por la que este procedimiento se le conoce también como reducción de dimensiones.

La validez de criterio se puede evaluar cuando existe una forma de corroborar el resultado que se obtuvo. Según Shuttleworth [2008]: “Comparar la prueba con una medida establecida recibe el nombre de validez concurrente; probarla durante un período de tiempo se denomina validez predictiva [...] Una de las formas más sencillas de evaluar la validez relacionada con el criterio es compararla con un estándar conocido”.

La validez concurrente para cuestionarios es distinta a la validez concurrente para escalas por el resultado final que se obtiene cuando se evalúa [Ramírez, 2019]. Se debe tener presente que los cuestionarios tienen resultados dicotómicos y las escalas tienen resultados ordinales. Por lo tanto, la validez concurrente para un cuestionario se validará con un índice de concordancia y para las escalas será un índice de correlación. Si no existe una forma de corroborar el resultado de la medición, el criterio considera la evolución de la variable que desea medir; en este caso hablamos de una validez predictiva de un instrumento.

Ante estas posiciones teóricas para evaluar la calidad en investigación cualitativa, es necesario dotar al investigador de instrumentos que le ayuden en esa tarea. Algunos de estos instrumentos son las “guías o listas de cotejo” [Palacios Vicario et al., 2013]. Estos recursos pueden ayudar al investigador a evaluar la calidad de un trabajo elaborado desde la perspectiva cualitativa. Las “guías” o “listas de cotejo” siguen el orden del proceso de investigación que, en general, incluyen con mayor o menor detalle aspectos de las fases de la investigación como: justificación, recogida de la información, presentación y análisis de los resultados, discusión y elaboración, además de la difusión del informe final. La guía elaborada por Calderón y Fernández de Sanmamed [2008] es de especial utilidad desde el punto de vista del investigador, ya que representa una herramienta útil para comprobar que los trabajos que se desean publicar mantienen los requisitos mínimos de calidad.

Por otro lado, la confiabilidad desde el paradigma cuantitativo se refiere a reducir el error de medición al mínimo posible. Estrictamente hablando, en la investigación cualitativa no se realizan mediciones, por lo que este elemento quedaría anulado. Sin embargo, algunos autores buscan tener en la investigación cualitativa un equivalente de la confiabilidad, pero predominantemente referida a los casos en los que se realiza la interpretación de los datos obtenidos.

En relación con esto, surge el concepto de triangulación hace referencia a contrastar la información obtenida en diferentes momentos. La triangulación se ha considerado como la utilización de múltiples métodos, materiales empíricos, perspectivas y observadores para agregar rigor, amplitud y profundidad a cualquier investigación.

Entonces, se puede definir a la fidelidad (auditabilidad) como la habilidad que despliega un segundo investigador para seguir la pista de lo que ha realizado el investigador original. Lo cual está intrínsecamente relacionado con la cantidad de datos y hallazgos que proporcione el estudio original, para que éste pueda ser utilizado en investigaciones que tengan perspectivas similares y permita llegar a conclusiones similares [Guba, 1994].

## 2.6 Las etapas del estudio de investigación

El objetivo del estudio es diseñar un entorno virtual de aprendizaje combinado basado en simuladores; en el proceso, tanto los enfoques objetivistas, cognoscitivistas como los constructivistas se utilizaron de una manera que se complementaria entre sí. La investigación se llevó a cabo en varias etapas como se describe a continuación.

Las figuras 2.1 y 2.2 representan el proceso de diseño y desarrollo de la investigación en este estudio. Representan las principales facetas del estudio. Dicho marco ayuda a un investigador a vincular conceptos de la literatura para establecer evidencia que respalde la necesidad de la pregunta de investigación, y para especificar las ideas disciplinarias significativas y las formas de razonamiento que constituyen los resultados prospectivos para el aprendizaje de los estudiantes.

Sobre la base de este marco, la información recopilada de los Capítulos 1, 3, 4 y 5 y los principios de diseño presentados en la sección 4.7, 5.8 y 6.1, en el Capítulo 6 se desarrolló un marco de diseño pedagógico que ayudará a traducir la filosofía en la práctica real. Antes del estudio principal, se realizó un estudio preliminar con profesores participantes durante un ciclo de conferencias dedicadas a transmitir las perspectivas de diseño en tecnología educativa. Durante cada una de las sesiones se realizó una encuesta al término de estas para identificar las habilidades en relación con las herramientas, recursos y gestiones más comunes a nivel digital. Determinando con ello las competencia y conciencia digitales, que los profesor han conseguido

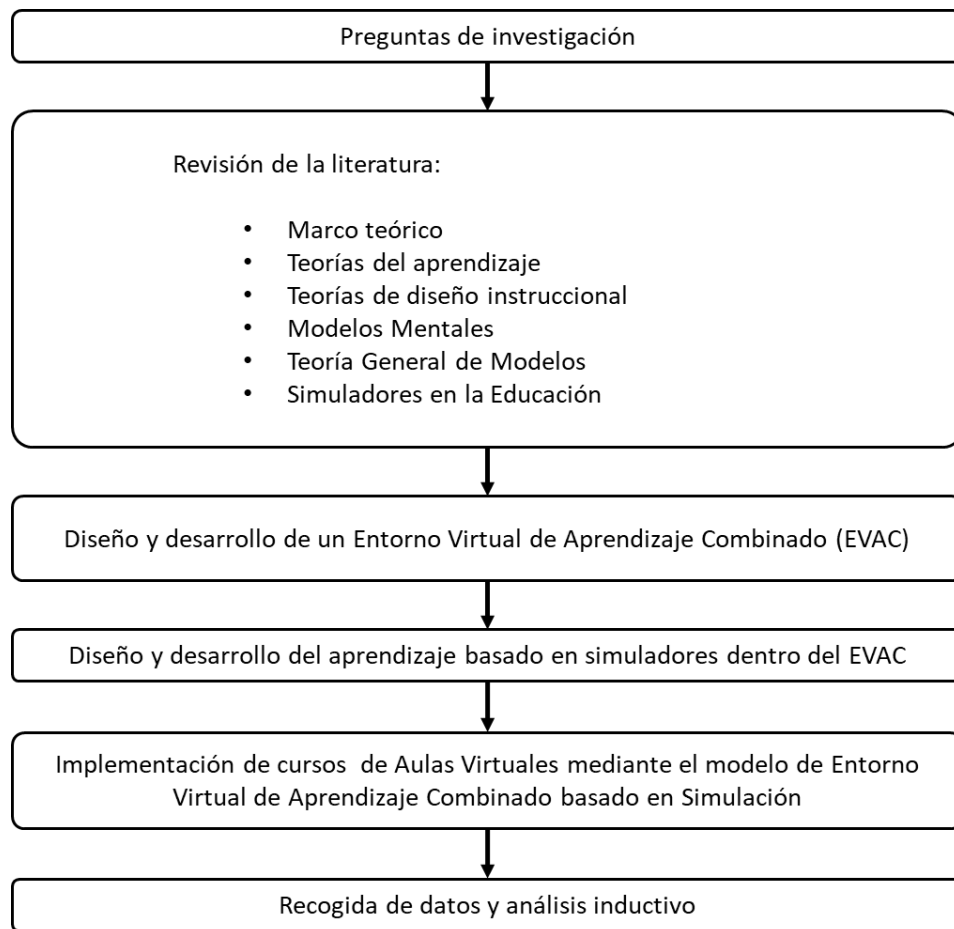


Figura 2.1: Enfoque y diseño de la investigación

adoptar y adaptar en su desarrollo profesional y que además son necesarias para el desarrollo de “entornos virtuales de aprendizaje.

Una vez finalizado el estudio preliminar y perfeccionado adecuadamente el modelo de “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulaciones” y con base en los resultados del estudio preliminar se desarrollaron un conjunto de cursos que permitieran capacitar a los profesores participantes en el uso de tecnologías digitales para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje, así también se les introdujo en el proceso de diseño y desarrollo adoptando los principios del modelo propuesto.

El investigador realizó el curso con otra cohorte y eso representa el estudio real. Durante la implementación de los cursos, el investigador fue un observador participante que trabajó a través de los cursos de formación con los profesores de forma personal respecto del funcionamiento del modelo, brindando soporte y apoyo durante la ejecución de estos. Los profesores recibieron una copia digital de los contenidos y materiales empleados en el desarrollo de cada curso, y acceso

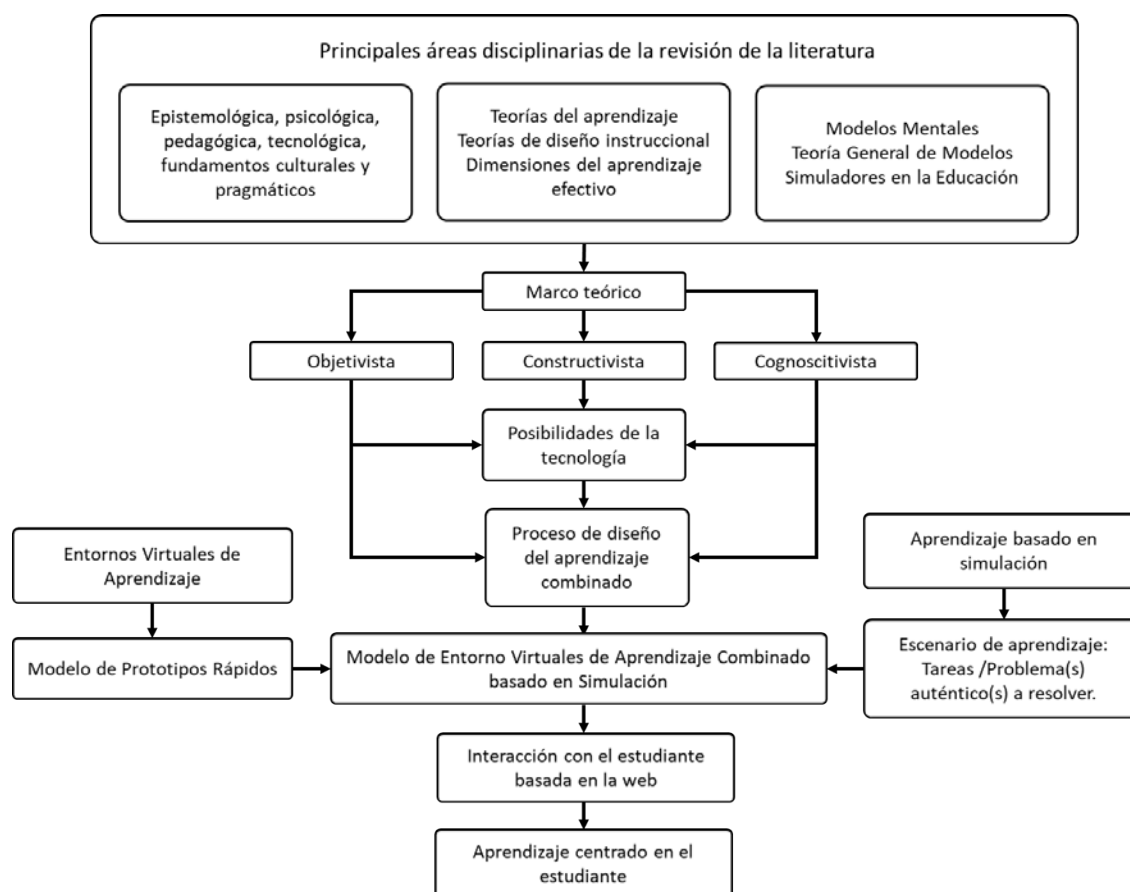


Figura 2.2: El marco conceptual para el diseño y desarrollo de la investigación del estudio

a la plataforma de “aulas virtuales” del CUAIEED. Al principio se informó a los profesores participantes que al término las actividades se realizaría la revisión y retroalimentación de cada uno de sus cursos realizados en aulas virtuales por parte de ellos, así mismo, se les extendió la invitación para participar al estudio de investigación para la evaluación de la calidad del diseño instruccional del modelo de “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulaciones”.

La recolección y el análisis de los datos se llevaron a cabo como se describió anteriormente para establecer si se logró el resultado del estudio. Si el estudio logró o no sus objetivos se determinó mediante el análisis de los datos recopilados a través de diversos métodos que incluyeron la observación participante y encuestas de tipo cuestionario sobre la calidad del diseño instruccional del modelo y sobre las competencias digitales de los educadores. Como parte de la observación, se revisaron las interacciones en sesiones de chat en línea, foros de discusión e intercambios de correo electrónico.

Los cursos se impartieron a través de una combinación de sesiones en línea, discusiones en

chat, actividades de aprendizaje individuales y colaborativas basadas en proyectos, discusiones en línea, chats y comentarios personalizados dentro de la plataforma de “aulas virtuales”.

## 2.7 Métodos para la evaluación del modelo propuesto

La primera etapa en cualquier desarrollo de un proyecto es un análisis situacional que en este caso es un análisis de las habilidades en relación con las herramientas, recursos y gestiones más comunes a nivel digital que poseen los profesores. Los sujetos en el estudio preliminar fueron algunos de los profesores asistentes a un ciclo de diez conferencias relacionadas a las tecnologías digitales para la educación. El grupo de estudio se conformo a través de la partición voluntaria derivado de una invitación directa y posterior a cada conferencia, alcanzando una participación de 357 profesores de distintas áreas del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan. Posterior al estudio preliminar se realizó el estudio final a través de una muestra no aleatoria por conveniencia para participar en los grupos de trabajo a través de una convocatoria abierta a profesores de las áreas de matemáticas y de ciencias experimentales del Colegio, en la que se logró una participación de 60 profesores de ambas áreas y ambos turnos. A los sujetos en el estudio final se les aplicaron dos instrumentos, el primero de ellos con base en el mismo instrumento del estudio preliminar para comparar el grado de progresión de sus habilidades digitales para la educación después de la intervención, y un segundo instrumento para la evaluación de la calidad del diseño instruccional del modelo propuesto.

En el capítulo 7 se reúnen los resultados de la encuesta y la entrevista del estudio preliminar y discuten la aplicación y validación de la metodología de investigación.

### 2.7.1 Recopilación de datos del estudio preliminar

El estudio preliminar sobre la descripción de las competencias que conforman el marco común de competencia digital docente [Redecker et al., 2017] realizado a la audiencia de profesores asistentes en el marco del ciclo de conferencias en “perspectivas de diseño en tecnología digital”.

Para cada una de las veintidós competencias fundamentales, el descriptor de la competencia se complementa con una lista de actividades características. El instrumento empleado propone un modelo de progresión que se articula en seis niveles, es decir, se establece una descripción genérica de cómo esta competencia se manifiesta en diferentes niveles de aptitud. La progresión es acumulativa en el sentido de que cada descriptor de nivel superior comprende todos los descriptores de nivel inferior. La progresión sigue la lógica inherente a la competencia en cuestión, que puede ser diferente de la de otras competencias mediante una serie de afirmaciones sobre el desempeño que ejemplifican las actividades características en cada nivel de aptitud.

Esta lista de afirmaciones solo se considera como un medio para ilustrar la progresión de la competencia. Dado que la progresión de los niveles de aptitud es acumulativa, una persona competente a nivel avanzado debe ser capaz de realizar las actividades de este nivel y de todos los niveles inferiores, a excepción del nivel más bajo (A1).

El modelo de progresión elegido fue aplicado por el investigador para ayudarlo a entender las fortalezas y debilidades personales de los profesores describiendo diferentes etapas o niveles de desarrollo de competencias digitales, a fin de establecer un punto de comparación entre las competencias relacionadas con las herramientas, recursos y gestiones más comunes a nivel digital que utilizan los profesores en su labor docente, respecto de la progresión obtenida en el grupo de estudio después de la intervención en los cursos desarrollados para extender el uso del modelo propuesto.

El instrumento descrito en el apéndice A constituyó el marco para el estudio preliminar previsto en este estudio. Al finalizar todas y cada una de las conferencias dictadas por especialistas en tecnologías digitales para la enseñanza, se les realizó una cordial invitación a los asistentes para participar en una serie de cursos que se ofertarían posteriormente, además de solicitarles el apoyo para responder a la encuesta de manera voluntaria y anónima. Cabe señalar que el ciclo de conferencias se realizó vía teleconferencia mediante la plataforma Zoom y transmitida vía *streaming* mediante Facebook live en la página oficial del Colegio; para el llenado de los cuestionarios se compartió el enlace de este desarrollado en la plataforma de Google Form durante las transmisiones.

Las etapas y la lógica de la progresión del instrumento empleado están inspiradas en la taxonomía revisada de Bloom. Es ampliamente aceptado que esta taxonomía explica adecuadamente las etapas cognitivas subsiguientes de cualquier progreso en el aprendizaje, desde recordar y comprender, hasta aplicar y analizar y, finalmente, evaluar y crear. En este sentido, los descriptores también se enlazan con las fortalezas y los roles que desempeña un educador dentro de una comunidad profesional. En las dos primeras etapas del marco DigCompEdu, novel (A1) y explorador (A2), los educadores asimilan la nueva información y desarrollan prácticas digitales básicas, en las dos etapas siguientes, integrador (B1) y experto (B2), los educadores aplican, amplían y reflexionan sobre sus prácticas digitales, en las etapas líder (C1) y pionero (C2), los educadores transmiten sus conocimientos, juzgan de forma crítica la práctica existente y desarrollan nuevas prácticas.

En general, las siguientes caracterizaciones se aplican a las diferentes etapas de desarrollo de la competencia:



### **Novel (A1):**

Los noveles son conscientes del potencial de las tecnologías digitales para mejorar la práctica pedagógica y profesional. Sin embargo, han tenido muy poco contacto con las tecnologías digitales y las utilizan principalmente para la preparación de las clases, las tareas administrativas o la comunicación organizativa. Los noveles necesitan orientación y estímulo para ampliar su repertorio y para aplicar la competencia digital que poseen en el ámbito pedagógico.

### **Explorador (A2):**

Los exploradores son conscientes del potencial de las tecnologías digitales y están interesados en explorarlas para mejorar la práctica pedagógica y profesional. Han comenzado a utilizar tecnologías digitales en algunas áreas de competencia digital sin seguir, no obstante, un enfoque integral o coherente. Los exploradores necesitan estímulo, perspectiva e inspiración, por ejemplo, a través del ejemplo y la orientación de los compañeros en el marco de un intercambio colaborativo de prácticas.

### **Integrador (B1):**

Los integradores prueban las tecnologías digitales en una variedad de contextos y con diversos propósitos, integrándolas en muchas de sus prácticas. Las utilizan de forma creativa para mejorar diversos aspectos de su compromiso profesional. Están deseosos de ampliar su repertorio de prácticas. Sin embargo, siguen trabajando en la comprensión de qué herramientas funcionan mejor en qué situaciones y en la adaptación de las tecnologías digitales a las estrategias y métodos pedagógicos. Para convertirse en expertos, los integradores solo necesitan un poco más de tiempo para la experimentación y la reflexión, complementado con el incentivo de la colaboración y el intercambio de conocimientos.

### **Experto (B2):**

Los expertos utilizan diversas tecnologías digitales con confianza, de manera creativa y crítica para mejorar sus actividades profesionales. Seleccionan de forma específica tecnologías digitales para situaciones particulares y tratan de entender los beneficios e inconvenientes de las diferentes estrategias digitales. Son curiosos y están abiertos a ideas nuevas, sabiendo que hay muchas cosas que aún no han probado. Utilizan la experimentación como medio para ampliar, estructurar y consolidar su repertorio de estrategias. Los expertos son la columna vertebral de cualquier organización educativa cuando se trata de prácticas innovadoras.

### **Líder (C1):**

Los líderes tienen un enfoque consistente e integral del uso de las tecnologías digitales para mejorar las prácticas pedagógicas y profesionales. Cuentan con un amplio repertorio de estrategias digitales de las que saben elegir la más adecuada para una situación determinada. Reflexionan continuamente sobre sus prácticas y las siguen desarrollando. Gracias al intercambio con otros compañeros, se mantienen actualizados sobre nuevos desarrollos e ideas. Son una fuente de inspiración para otros, a quienes transmiten su experiencia.

### **Pionero (C2):**

Los pioneros cuestionan la idoneidad de las prácticas digitales y pedagógicas contemporáneas, en las que ellos mismos desempeñan el papel del líder. Están preocupados por las limitaciones o desventajas de estas prácticas y sienten la motivación de innovar aún más en educación. Los pioneros experimentan con tecnologías digitales altamente innovadoras y complejas y/o desarrollan enfoques pedagógicos novedosos. Son también una especie única e infrecuente. Lideran la innovación y son un modelo que seguir para docentes más jóvenes.

### **2.7.2 Recopilación de datos del estudio final**

El estudio final tuvo como propósito medir la pertinencia e impacto del modelo de “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulación”. En el capítulo 7 se presenta la progresión sobre la descripción de las competencias que conforman el “marco común de competencia digital docente” [Redecker et al., 2017] realizado a los profesores inscritos a la serie de cursos de formación tecno-pedagógica, en los que se brindó una capacitación en el software de GeoGebra desde una perspectiva de desarrollo de objetos virtuales para el aprendizaje y desarrollo de simuladores, además de una serie de dos cursos para el desarrollo de “aulas virtuales”, ambos cursos se complementaron entre sí para dotar a los profesores de las habilidades necesarias para el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de una aula virtual en la plataforma Moodle. Los cursos se desarrollaron desde una perspectiva de diseñador/desarrollador y usuario/administrador, durante la ejecución del curso se transmitieron los principios del modelo instruccional concebido teóricamente por el Investigador, así como también se guio a los profesores participantes a través del modelo de prototipado para el desarrollo de “entornos virtuales de aprendizaje”.

El instrumento descrito en el apéndice A constituye al igual que en el estudio preliminar el marco para el estudio final previsto en este estudio. No obstante el investigador considera que el instrumento mide de manera indirecta la eficacia y pertinencia de su modelo. Si bien

una progresión en las competencias relacionadas con las herramientas, recursos y gestiones más comunes a nivel digital empleadas por los profesores, un aumento en la auto percepción en el aumento de sus habilidades digitales muestra una contribución positiva del modelo al docente en el aumento de dichas competencias, sin embargo no describe fielmente las atribuciones reales del modelo, toda vez que la progresión es subjetiva al sujeto en estudio, por esa razón el investigador consideró pertinente la validación del modelo a través del instrumento para la evaluación de la calidad del diseño instruccional del EVAC descrita en el apéndice B.

Este instrumento evalúa el grado de acuerdo respecto del potencial del modelo “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulación” para las estrategias de enseñanza y aprendizaje centradas en el estudiante. Y alineadas a cada una de las competencias que los educadores deben desarrollar para capacitar a los estudiantes para participar de forma activa en la vida y el trabajo en una era digital.

Tras el resultado del estudio preliminar, el siguiente nivel de estudio de evaluación, el final, se llevó a cabo de la misma manera que se realizó el estudio preliminar. En el estudio final se realizó con una cohorte diferente de profesores. Esta vez se establecieron dos grupos de trabajo para el estudio con base en una muestra no aleatoria por conveniencia para participar en los grupos de trabajo a través de una convocatoria abierta a profesores de las áreas de matemáticas y ciencias experimentales del Colegio de Ciencias y Humanidades. Se obtuvo una muestra de 60 profesores de los cuales 26 fueron mujeres y 34 fueron hombres. Se conformaron dos grupos homogéneos para cada uno de los 2 turnos y se impartieron tres cursos de 20 horas de teoría y 20 de práctica cada uno. Al término de estos se realizó la encuesta del instrumento del Apéndice A para medir la auto percepción de sus habilidades digitales. Posterior a la etapa de instrucción se les compartió un enlace para acceder a un curso muestra (apéndice E) diseñado expreso con los elementos descritos por el modelo de Entornos Virtuales de Aprendizaje Combinado basado en Simuladores para su análisis y evaluación de las posibilidades en el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje centradas en el estudiante que permite el modelo de instrucción propuesto. Así mismo dentro curso muestra se integró la encuesta de evaluación de expertos descrita en el Apéndice B, el cual estuvo disponible para su análisis y evaluación durante un periodo de 2 meses posteriores al término de los cursos.

### **2.7.3 Evaluación del modelo**

#### **2.7.3.1 Categorías y criterios de análisis**

Las categorías definidas para el desarrollo de esta parte de la investigación corresponden a los aspectos del diseño instruccional descritos en el capítulo 6, estas corresponden a los estándares generales definidos por *Quality Matters* (2018) para la evaluación de espacios virtuales de

aprendizaje, que además de ser un instrumento adecuado para los fines de la investigación, de los instrumentos consultados, cuenta con la actualización más reciente. Dichas categorías se definen a continuación.

Tabla 2.1: Definición de categorías de análisis

<b>Categorías</b>	<b>Definición</b>
Introducción y descripción general del espacio académico	Se consideran los aspectos generales del espacio académico, los requisitos mínimos, las orientaciones para el abordaje del curso, los tiempos y las fechas de las actividades y su pertinencia para el perfil profesional que se propone del programa.
Objetivos de aprendizaje	Determina si los objetivos de aprendizaje del espacio académico son medibles, si están escritos desde la perspectiva del estudiante, y su coherencia con el nivel y actividades propuestas en el espacio académico.
Evaluación y medición	Relacionada con las evaluaciones y la relación entre estas y lo propuesto en los objetivos de aprendizaje, considera aspectos asociados con las valoraciones, los instrumentos utilizados, la política de evaluación y los criterios descriptivos necesarios para que los estudiantes identifiquen y conozcan cómo serán valorados sus trabajos y avances.
Materiales	Considerada como la categoría en la que se analiza los recursos que hacen parte del espacio académico, la variedad, la relación entre estos y los objetivos de aprendizaje y la referenciación del material.
Actividades del espacio académico e interacción del estudiante	Determina si las actividades de aprendizaje brindan al estudiante la oportunidad de cumplir los objetivos de aprendizaje, si las tareas apoyan el aprendizaje activo y las consideraciones dentro del plan de acompañamiento del tutor para interactuar con los estudiantes.
Tecnología del espacio académico.	Aborda cómo las tecnologías del curso apoyan los objetivos y promueven el aprendizaje activo y la participación de los estudiantes.
Apoyo al estudiante	Se consideran los aspectos asociados al apoyo que se le ofrece al estudiante en temas asociados con el asesoramiento y refuerzo académico para aportar al alcance de los objetivos de aprendizaje del curso.

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Categorías	Definición
Accesibilidad y usabilidad	Determina si la navegación y las características del espacio académico permiten una experiencia que fomenta el aprendizaje y proporcionan diferentes formatos de los materiales para satisfacer las necesidades particulares de los estudiantes (consulta sin internet, impresión de los materiales, entre otros).

#### 2.7.4 Valoración de la calidad del modelo de diseño instruccional propuesto

Si los datos individuales de Likert pueden considerarse como ordinales o de intervalo es un tema de desacuerdo. Muchos investigadores consideran tales elementos solo como datos ordinales, porque, especialmente cuando se usan solo cinco niveles, no se puede asumir que los encuestados perciben todos los pares de niveles adyacentes como equidistantes. En este estudio, los datos se consideran ordinales ya que las puntuaciones 1-5 solo nos dicen que los estudiantes con respuestas de mayor número están más de acuerdo con la declaración del ítem que aquellos con las respuestas de menor número.

Aunque es tentador usar la Media para determinar la tendencia central de los datos de la escala Likert, una medida más apropiada para usar es la Moda (o la respuesta más frecuente). Por lo tanto, previo a la valoración se realizó el análisis de la información recolectada en el instrumento de encuesta aplicado a los profesores participantes, clasificando las respuestas dadas por ellos en dos grupos:

Respuestas positivas para aquellos que respondían “Totalmente de Acuerdo” y “De Acuerdo” y respuestas no positivas para “En Desacuerdo”, “Totalmente en Desacuerdo” y “Indiferente o Neutro”.

Para el caso del análisis del “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulación” se estableció una escala cualitativa para establecer el grado de cumplimiento de los criterios de acuerdo con lo siguiente:

<b>Nivel de cumplimiento</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
Se cumple plenamente	90%	100%
Se cumple en alto grado	80%	89%
Se cumple aceptablemente	60%	79%
Se cumple insatisfactoriamente	30%	59%
Se incumple plenamente	0%	29%



## Capítulo 3

# El paradigma de la educación

*“Lo único que interfiere con mi aprendizaje es mi educación.”*

---

*Albert Einstein*

En los últimos años ha habido cambios en los modelos educativos como resultado de nuestra comprensión contemporánea de las teorías del aprendizaje (cómo aprendemos) así como de las modificaciones de la currícula y de la manera de transmitirla, estos cambios podrían llegar a pensarse que responden a modas o simplemente cambios repentinos.

Sin embargo detrás de estos cambios existen una serie de factores que han ido impulsando reformas a los modelos educativos que como educadores no podemos dejar de lado, más allá de que estos cambios son poco reflexivos, poco madurados y en muchos de los casos no contemplan las necesidades y experiencias del docente, lo cierto es que obedecen a las circunstancias y contextos que hoy en día estamos viviendo como sociedad; por esta razón se hace necesario un cambio en la forma de entender, desarrollar y gestionar la actividad docente, en lo que hoy debemos llamar la cultura del aprendizaje.

En este capítulo se abordaron tres tipos de factores que impulsan estos cambios, el primero de ellos es de carácter epistemológico, es decir en el cambio de los contenidos disciplinares, su didáctica y sus procesos de elaboración por parte de quienes hacen la ciencia; en segundo tipos son los de carácter social y cultural, concretamente se centra en dos aspectos, aquel que es derivado de la postmodernidad y la globalización, que genera cambios en los requerimientos y pautas de consumo de contenidos, y por otra parte, algo que es muy relevante para el sistema educativos que son las formas en que se transmite y se accede a los conocimientos, que tienen un alto impacto en la manera de mediar el proceso de enseñanza aprendizaje; el tercero de tipo es el psicopedagógico, es decir en las nuevas tendencias o modelos de interpretar los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula, estos tres factores en su conjunto nos llevan a entender



esta nueva cultura del aprendizaje y en su posible cambio de paradigma del proceso de enseñanza.

En el paradigma más reciente ha evolucionado la manera en que se transmite el conocimiento, en donde el aprendizaje se centra en el alumno y el aprendizaje del alumno se trata como una experiencia contextualizada y autorregulada, dando como resultado enfoques de diseño constructivistas y tecnológicos más nuevos. Con todas las discusiones relevantes en contexto, esta propuesta de diseño instruccional tiene como objetivo diseñar un modelo aprendizaje combinado que se puede utilizar para guiar a los docentes a través de los cambios necesarios que requieran hacer para tener éxito en la integración de nuevas tecnologías en sus entornos de instrucción y provocar un cambio de enfoque instructivista a enfoques pedagógicos constructivistas, cuando sea posible.

### 3.1 Los cambios de paradigma de la educación

Como respuesta a los desafíos de un mundo que cambia rápidamente, desde la década de 1980, se han producido tres oleadas de reformas educativas en diferentes partes del mundo, como lo señala Cheng [2019], que representan en general tres paradigmas utilizados para definir la naturaleza y los objetivos de la educación, el papel de las iniciativas y las medidas necesarias para mejorar la eficacia, creatividad y capacidad de pensamiento de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

En el paradigma de la primera ola, el papel principal de una institución educativa es la entrega de conocimientos, habilidades y valores culturales planificados para los estudiantes dentro de un entorno sociedad industrial estable. De acuerdo con Cheng [ibid.], este paradigma asume que el aprendizaje es un proceso en el que los estudiantes son principalmente aprendices que reciben un conjunto planificado de conocimientos, habilidades, cultura y valores para su supervivencia en la sociedad. El papel del docente se percibe principalmente como el de impartidor o instructor de conocimiento. En esta orden de ideas, la eficacia del docente hace referencia al logro de ellos para alcanzar las metas planificadas y las tareas para la adquisición de conocimientos a través de la docencia y otras actividades internas.

De manera general la investigación educativa de la primera ola tiene por objeto proporcionar una base de conocimientos para comprender los factores internos y los procesos relacionados con la gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje y sus resultados brindan información para desarrollar cambios en las políticas, implementación y práctica para mejorar la efectividad interna orientadas al logro de las metas planificadas. Muchas iniciativas consideraron la competencia docente como el componente clave de la eficacia interna y han centrado su esfuerzo en mejorar las diferentes competencias docentes, como habilidades lingüísticas, conocimiento

pedagógico, conocimiento de la materia y el uso de la tecnología de la información (TIC) en la educación.

En la segunda ola, el papel de las instituciones educativas se establece como una prestadora de servicios educativos (educación como una mercancía) en una sociedad comercial y de consumo, que tiende a elevar la calidad para satisfacer las expectativas y necesidades de las personas interesadas. Esta ola enfatiza en la efectividad de la relación entre instituciones educativas y la comunidad, típicamente definidas por las personas solicitantes, la satisfacción, rendición de cuentas al público y la competitividad de mercado educativo. Se asume que el aprendizaje es un proceso para los estudiantes como clientes, que reciben un servicio brindado por los docentes que buscan volverse competitivos en el mercado laboral (en la era de la globalización y de una economía basada en la tecnología, la educación es una mercancía).

Por ello, la eficacia del docente se basa principalmente a la eficacia de la práctica del docente, la satisfacción de las personas de la comunidad con los servicios educativos proporcionados por los ellos, que incluyen el proceso y sus resultados asumiendo la responsabilidad ante la institución educativa y el público. Continuando con el paradigma de la segunda ola, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se utilizan como una herramienta competitiva para mejorar la calidad de los servicios educativos a fin de satisfacer las expectativas de los estudiantes y garantizar la rendición de cuentas en el mercado. En contraste con la primera ola, el objetivo de la investigación educativa de la segunda ola es proporcionar un cuerpo de conocimientos para comprender la relación entre las instituciones educativas en una comunidad y las expectativas de los interesados internos o externos, conformando la adaptación de los servicios educativos a los cambios y demandas de calidad competitiva en el mercado educativo, como lo señala Cheng [2019].

Desde el cambio de siglo, en el paradigma de la tercera ola, en el campo de las reformas educativas se ha hecho un fuerte énfasis en “la efectividad futura”, Finegold y Notabartolo [2010] la definen como la relevancia de la educación para el desarrollo futuro de los estudiantes y de la sociedad. Dadas las fuertes implicaciones de la globalización y la competencia internacional, las reformas de la nueva ola impulsan la noción de “movimientos educativos de clase mundial”. El rendimiento educativo se estudia y se mide en términos de estándares de clase mundial y se comparan globalmente para asegurar que el futuro de los estudiantes sea de manera sostenible ante los nuevos desafíos y competencias. Muestra de ello son hasta cierto punto, los proyectos de investigación internacionales desarrollados por PISA, PIRLS y TIMSS sobre estudiantes, de manera que el logro, el desempeño y la competencia en el aprendizaje representan este esfuerzo internacional para comprender y evaluar la efectividad de la educación en todo el mundo en la tercera ola.

El paradigma de la tercera ola abarca los elementos clave del modelo de “inteligencia múltiple contextualizada” (IMC), globalización, localización e individualización en la educación [Cheng, 2005]. Muchas de las iniciativas pretenden que los nuevos objetivos en educación desarrollen IMC en los estudiantes para el desarrollo sostenible, enfatizan que el aprendizaje sea permanente, que facilite la creación de redes globales con las tendencias y enfoques internacionales, y que promuevan una amplia aplicación de las TIC en la educación [Finegold y Notabartolo, 2010].

De acuerdo con Cheng, la efectividad de los maestros de la tercera ola puede medirse y estudiarse en términos de “los modelos de aprendizaje triplicado” (el aprendizaje triplicado se define como el proceso de integración de globalización, localización e individualización), IMC y aprendizaje permanente; para ese fin Cheng [ibid] propone una “teoría del pensamiento múltiple contextualizado”. Por último, en la tercera ola, el aprendizaje se trata como el proceso mediante el cual los estudiantes, se vuelven aprendices de IMC auto-iniciados y autorregulados, desarrollan una IMC y competencias de alto nivel para participar en múltiples y sostenibles formas en el desarrollo de una era de rápidos cambios. El papel del profesor es ahora de facilitador de las múltiples y sostenibles formas de desarrollo.

### **3.2 Hacia un nuevo paradigma de la educación**

Como se mencionó en el apartado anterior, los cambios de paradigma a lo largo de las tres oleadas de reformas educativas modificaron la manera en que se organiza, administra y regula la educación por parte de las instituciones educativas, el público interesado, la sociedad y sobre todo los docentes, quienes cambiaron la forma de entender lo que están haciendo y entienden de otra manera su labor docente. Más allá de que esto haya sucedido o este sucediendo justo en este momento en diferentes partes del mundo; hoy en día se está viviendo una situación en la que hay un conjunto de factores que continúan impulsando el cambio a lo que quizá debería de hacerse una nueva valoración de las reformas emprendidas como respuesta al paradigma de la tercera ola, la reciente crisis sanitaria, demostró que no todas las instituciones, ni todos los docentes estaban preparados para afrontar este desafío, pese a que las tendencias desde el cambio de siglo ya apostaban fuertemente por los modelos educativos en línea y mediados por la tecnología.

La evolución de la enseñanza está estrechamente vinculada en cuanto a sus formatos, con las tecnologías que esta sociedad dispone para conservar, y transmitir el conocimiento, de manera que cuando esos formatos de conservación y transmisión del conocimiento cambian, cambia también las demandas de aprendizaje, la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, hacen que la escuela ya no sea el lugar fundamental en el que los estudiantes acceden a la información, hoy en día la escuela proporciona muy pocas primicias informativas a

los estudiantes, la información está en la sociedad, en el entorno, por lo tanto la nueva función de la escuela es darle sentido a esa información; para ello se requiere que el estudiante adquiera capacidades para reinterpretar y seleccionar la información que la sociedad le presenta.

Todos estos cambios, demandan que la escuela ya no sea un sistema educativo cuya función se limite a la de transmitir información, sino más bien como facilitadora del aprendizaje, en donde se promueva un mayor pensamiento crítico (capacidad de analizar y evaluar la consistencia de los razonamientos) que le permita al estudiante analizar y saber qué hacer con la información.

El hecho de multiplicar la cantidad de información conlleva también a la multiplicación de las perspectivas en las que se plantea la información, es decir estamos en una sociedad de conocimiento múltiple, y que además existen múltiples puntos de vista del mismo tema y a cambios en su naturaleza y vigencia, por lo tanto, en una sociedad en la que el conocimiento es tan dinámico, es más importante desarrollar capacidades para analizarlos en lugar de entregar conocimientos terminados.

### **3.3 Contexto socio-educativo actual en México**

La prolongación de la etapa formativa y la dosificación en la inserción del campo laboral nos lleva por consiguiente a un retardo en la inserción del joven a las actividades profesionales plenas, la intermitencia de periodos de precariedad laboral y de apoyo familiar implican un re-acomodo del tiempo de transición del joven en adulto (Bourdieu citado por Brunet y Pizzi, 2013), partiendo de la definición de adolescencia proporcionada por Papalia et. al. [2001], quienes la definen como el periodo del desarrollo del ser humano que abarca por lo general el periodo comprendido de los 11 a 20 años, en el cual él sujeto alcanza la madurez biológica y sexual; y se busca alcanzar la madurez emocional y social. Esta modalidad afecta sobre todo a los jóvenes de las familias de clase media, aunque también a un sector de la clase obrera o la clase media sin capital cultural, que pueden optar por prolongar la formación y se ven forzados, de igual manera, a pausar, diferir y reestructurar sus esquemas de vida. Además, los jóvenes de estas familias sufren una desfamiliarización o indoctrinación de clases (la cultura, disciplina o cátedra que se les imparte no se esta enseñando o educado de manera correcta), esto debido a la desestabilización de la situación ocupacional de los padres, que ya no pueden transmitir a sus hijos ni el estatus, ni el capital social, ni el patrimonio simbólico para asegurarles una adoctrinación de clase igual o mejor que el de la familia de origen.

Esto en principio genera una diferencia cultural que pone en desventaja para competir a los jóvenes dentro de un sistema globalizado, que pretende homologar los aprendizajes a estándares internacionales, sin adoptar medida de equidad que los pongan en igualdad de condiciones, de

igual forma proyecta un tiempo limitado para cubrir dichos objetivos, por lo que provoca en si un déficit en su aprendizaje.

En suma, tenemos la obsolescencia de los contenidos temáticos, dada la vertiginosa evolución de estos [Reigeluth, 2016], por lo que en términos generales los jóvenes de muchas de estas familias terminarán alargando dicha juventud, llevándolos irremediabilmente a reestructurar las posibilidades de vida, los más afortunados, con el apoyo de sus padres, tendrán la oportunidad de prolongar su estancia académica. Pero en la mayoría, se ajustarán a las condiciones globales de mercado, lo que los lleva, no solo a no incrementar su cultura, sino al desvanecimiento paulatino del conocimiento, tanto por el desuso, la obsolescencia de los contenidos, o por el mismo déficit de aprendizaje. De manera que todos estos factores provocarán inevitablemente una deculturación de la juventud.

### **3.3.1 Aspectos derivados de la postmodernidad y la globalización**

Mas allá de reconocer que existe una pérdida de cultura en los jóvenes de nuestra sociedad debido a los factores que señalamos en el apartado anterior como el retardo en la inserción del joven a las actividades profesionales plenas, la desfamiliarización o indoctrinación de clases, la obsolescencia de los contenidos temáticos, dada la vertiginosa evolución de estos, debemos entender que uno de los retos que se presentan en nuestro ámbito de estudio, y al cual hace falta plantear una posible propuesta para frenar el proceso de deculturación de la juventud.

De acuerdo con los factores que nos llevan a que se suscite este fenómeno, en una primera instancia es comprometernos como docentes a formar jóvenes con una mayor capacidad de razonamiento, más críticos, pero sobre todo hacer énfasis en la adquisición de habilidades formales que permitan adaptarse a estas economías flexibles y evitar las clases de tipo enciclopédicas y memorísticas. Otro elemento que es importante señalar es reconocimiento de la desigualdad de clases y esa heterogeneidad en la distribución de los capitales sociales, así como el indoctrinamiento y desfamiliarización derivados de la ausencia de los padres o precariedad de sus orígenes, por lo que como docentes debemos también hacer asequible un adoctrinamiento a los jóvenes, debemos de proveer de un Habitus (Bourdieu define el Habitus como el conjunto de disposiciones socialmente adquiridas que mueven a los individuos a vivir de manera similar a la de los otros miembros de su grupo social) para que promueva e impulse a los jóvenes a construir sus propias biografías de éxito [Brunet y Pizzi, 2013]. Es un deber de los agentes de la sociedad una re-dignificación y apreciación de todas las formas de trabajo. Reconociendo que todos somos parte de ese tejido social, reafirmando nuestra solidaridad, principio básico de la cohesión social.

Estamos en una sociedad en la que no solamente hay una prolongación de la educación

obligatoria, sino que también hay una prolongación de la formación continua (actualización constante en el ámbito laboral) esto derivado de que estamos en una sociedad en que los cambios en las necesidades sociales de formación son tan acelerados, que es absolutamente imposible que el sistema educativo pueda responder a ellos, esto nos lleva a que lo importante no es lo que el alumno sepa, sino que sepa aprender.

## 3.4 Cambio de paradigma en la educación

La comprensión de los cambios a lo largo de las tres oleadas de reforma educativas consideradas en conjunto, proporcionan una nueva tipología para investigar y analizar la diversidad y complejidad de la educación, además de capturar y comprender los paradigmas clave y las características de diversas reformas educativas en el contexto internacional en las últimas décadas [Cheng, 2019]. Diferentes países o áreas en diferentes etapas de desarrollo tienen distintas limitaciones históricas y contextuales, por lo tanto, el progreso y las características de sus reformas educativas pueden ser diversas, moviéndose hacia diferentes olas.

El análisis de la educación de la tercera ola enfocada a la educación futura tiene como objetivo desarrollar una base de conocimientos para comprender el paradigma emergente de la educación en el contexto de globalización, localización e individualización. Las iniciativas de la tercera ola y la investigación relacionada se centran en la auto iniciativa y la capacidad de los estudiantes para la sostenibilidad futura, el aprendizaje permanente y múltiples formas de desarrollo [Cheng, 2005]. Debido a que éste es un nuevo paradigma para el cambio y la investigación, pueden existir algunas dificultades y limitaciones al principio. Desde las perspectivas tradicionales, los cambios de la tercera ola pueden ser demasiado prospectivos en términos de conceptualización, demasiado lejos de la realidad para las prácticas en curso. El diseño y la implementación de cambios puede cumplir con las limitaciones de la primera o modos de educación de segunda ola.

Con las reformas enfocadas en un nuevo paradigma de educación o un cambio de paradigma, los agentes de cambio pueden no tener experiencia relevante de reformas o literatura disponible que de referencia en sus esfuerzos por conceptualizar e implementar las iniciativas de tercera ola, para perseguir la eficacia futura con énfasis en un nuevo paradigma de aprendizaje para el futuro.

El reto implica entonces, no solo aspectos técnicos o cambios operativos, sino también cambios ideológicos y culturales en el individuo, grupo, sitio, y niveles del sistema. La transición requiere una triplicación del aprendizaje, que integre el aprendizaje globalizado, localizado e individualizado para crear oportunidades de aprendizaje ilimitadas en vías de desarrollar inteligencia múltiple contextualizada en los estudiantes, que es relevante para la tecnología, de-

sarrollo económico, social, político, cultural y del aprendizaje tanto a nivel local como contextos globales [Cheng, 2005]. La individualización en la educación, particularmente con el apoyo de las TIC, atrajo numerosas interrogantes para investigar cómo maximizar la motivación, el potencial y la creatividad de los estudiantes con diversas necesidades de aprendizaje [Bernat, 2013].

Por lo tanto, el reto ahora consiste en:

- ¿Cómo se pueden adaptar los programas educativos para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, en los diferentes contextos locales y de mercado laboral?
- ¿Cómo se pueden establecer los objetivos de aprendizaje, los métodos y los programas de progreso de los estudiantes de manera individualizada a través de tecnología basada en simuladores?
- ¿Cómo se puede implementar el aprendizaje autoiniciado y autorregulado de los estudiantes como factor principal en el diseño instruccional?
- ¿Cómo se pueden utilizar el aprendizaje móvil y el *e-learning* como herramientas principales para optimizar oportunidades de aprendizaje para estudiantes de forma individual?

De acuerdo con lo anterior en el actual paradigma del aprendizaje requiere de un cambio en el proceso de enseñanza, de reformas en los modelos de producción de contenidos, que garanticen la eficacia futura con énfasis en un nuevo paradigma de aprendizaje para el futuro.

## Capítulo 4

# Diseño de sistemas de aprendizaje e instrucción

*“Cuando tengas que elegir entre dos caminos, pregúntate cuál de ellos tiene corazón. Quien elige el camino del corazón no se equivoca nunca”*

---

*Popol-Vuh*

Las teorías de aprendizaje, explícita o implícitamente, desempeñan un papel preponderante en los campos del diseño instruccional y la tecnología educativa. La descripción de Broderick [2001] del diseño instruccional (DI) detalla de manera concisa la esencia de la articulación y la práctica del diseño instruccional:

El diseño instruccional es el arte y ciencia aplicada de crear un ambiente instruccional y los materiales, claros y efectivos, que ayudarán al alumno a desarrollar la capacidad para lograr ciertas tareas [Broderick, 2001].

En general el diseño instruccional es la aplicación de las teorías del aprendizaje para crear una instrucción eficaz; es decir que, para desarrollar un correcto diseño pedagógico, los diseñadores deben comprender las fortalezas y debilidades de cada teoría de aprendizaje para optimizar su uso en estrategias apropiadas de diseño instruccional. Mayes [2001] afirma que, para un buen diseño pedagógico, simplemente no hay forma de escapar a la necesidad de adoptar una teoría del aprendizaje, tal como las teorías del aprendizaje sustentan a las teorías del diseño instruccional.

En el campo del diseño instruccional se han producido varios desarrollos nuevos en función de nuestra comprensión moderna sobre qué es el aprendizaje y cómo ocurre, también ha evolu-



cionado para enfocarse en el aprendizaje centrado en el alumno y en el aprendizaje del alumno como experiencia contextual, lo que ha dado lugar a nuevos enfoques de diseño constructivistas y apoyados por la tecnología.

Con la finalidad de ayudar a los diseñadores a entender cómo es que se produce el aprendizaje deseado y con todas las discusiones relevantes en contexto, este estudio pretende diseñar un modelo de aprendizaje combinado que pueda ser utilizado para guiar a los profesores a través de los cambios necesarios para tener éxito en la integración de las nuevas tecnologías en sus entornos de instrucción y lograr un cambio de perspectiva de los enfoques pedagógicos instructivistas a los constructivistas, cuando sea posible.

## **4.1 Una representación conceptual del diseño instruccional (DI)**

El diseño instruccional se refiere al procedimiento prescriptivo paso a paso para crear materiales instruccionales de manera consistente y confiable con el fin de facilitar el aprendizaje de manera más efectiva. La literatura está repleta de una amplia gama de definiciones y descripciones del DI, por lo tanto, proporcionar una nueva definición de diseño instruccional puede ser un desafío.

Crawford [2004] define el diseño instruccional como “el proceso sistemático distintivo a través del cual evoluciona un producto instruccional superior (...) como se delinea a través de un modelo de diseño instruccional. Guía a los diseñadores para que trabajen de forma más eficiente y produzcan una instrucción más eficaz y atractiva, adecuada para una amplia gama de entornos de aprendizaje”. Según Gagne y Briggs [1974], el diseño instruccional aumenta el aprendizaje mediante la incorporación de diversas estrategias en el material didáctico, por ejemplo, estructurando, ordenando y secuenciando el contenido de determinadas maneras, en función del resultado de aprendizaje esperado.

Sobre la base de las descripciones anteriores, está claro que no existe una definición universal e inequívoca del concepto de DI. Sin embargo, podemos establecer que el DI supone una planificación instruccional sistemática que incluye la valoración de necesidades, el desarrollo, la evaluación, la implementación y el mantenimiento de materiales y programas.

Además de ser un constructo, el diseño instruccional es también un campo de teoría y práctica dentro del campo más amplio de la tecnología instruccional. Răilean [2007] define el término diseño instruccional como el utilizado por los profesionales que trabajan con aplicaciones directas de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje. Diferencia entre los dos términos siguientes:

- **Tecnología instruccional:** común y específicamente usada para “designar el proceso de enseñanza y aprendizaje a través del uso intencional de estrategias de enseñanza/aprendizaje y medios de comunicación” y
- **Tecnología educativa:** utilizada como un término más amplio para indicar el “uso de la tecnología en cualquier aspecto de la empresa educativa” [Răilean, 2007].

## 4.2 Modelos de diseño instruccional (MDI)

Un modelo de diseño instruccional (MDI) proporciona un marco de procedimiento para la producción sistemática de instrucción. Incorpora elementos básicos del proceso de diseño instruccional, incluyendo el análisis de la audiencia a la que va dirigido y la determinación de las metas y objetivos, además de que puede ser utilizado en diferentes contextos. Prescribe cómo deben integrarse las combinaciones de los componentes de la estrategia instruccional para producir un curso de instrucción [Bransford et al., 2000]. La eficacia de un modelo depende en gran medida del contexto en el que se aplica; los métodos de diseño instruccional son situacionales y no universales. Los modelos de diseño instruccional proporcionan un enfoque sistemático de la aplicación del proceso de diseño instruccional para una iniciativa educativa específica [Morrison et al., 2019].

Las teorías de diseño instruccional están orientadas al diseño más que a la descripción. Además, son específicas para cada situación [Morrison et al., 2019]; identifican las situaciones para las que deben y no deben utilizarse los métodos [Reigeluth, 2013]. Estas características hacen que las teorías de diseño instruccional sean directamente más útiles porque proporcionan directrices para el desarrollo de cursos con combinaciones adecuadas de desafío, apoyo, dirección y estructura; las teorías de diseño instruccional proporcionan directrices para el diseño y especifican cómo debe ser el producto final.

Branch y Kopcha [2014] afirman que “los modelos nos ayudan a conceptualizar representaciones de la realidad”, y que “los modelos explican formas de hacer”. Según ellos, los modelos de DI tienen al menos los cuatro componentes siguientes:

- (i) Análisis del entorno y de las necesidades del alumno.
- (ii) Diseño de un conjunto de especificaciones para un entorno de aprendizaje eficaz, eficiente y relevante.
- (iii) Desarrollo de todos los materiales de aprendizaje y gestión.
- (iv) La evaluación de los resultados del desarrollo tanto formativa como sumativamente.

Seels y Glasgow [1998] enumeraron los siguientes cuatro propósitos del diseño instruccional de los modelos de instrucción. Son los siguientes:

- (i) Ayudan a visualizar un proceso sistemático, lo que permite a los implicados llegar a un consenso sobre dicho proceso.
- (ii) Sirven como herramienta para gestionar tanto el proceso como el proyecto.
- (iii) Permiten poner a prueba las teorías al integrarlas en un modelo práctico que puede aplicarse.
- (iv) Establecer tareas que puedan utilizarse como criterios de buenas prácticas.

La necesidad de desarrollar nuevos modelos de diseño instruccional para implementar la capacidad y la interactividad de las computadoras ha tenido un alto auge, por lo que han surgido amplias variaciones en los modelos en términos de sus propósitos, cantidad de detalles proporcionados, grado de linealidad en que se aplican y cantidad, calidad y relevancia de las herramientas operativas que los acompañan [Branch y Kopcha, 2014].

En ese orden de ideas de los procesos y de las tendencias modernas hacia el constructivismo, habría que considerar dar un paso importante más allá del enfoque sistémico de los contextos de diseño instruccional para diseñar un modelo desde una perspectiva diferente. Dado que el estudio trata de desarrollar un entorno de aprendizaje (combinado), la atención se centra en el desarrollo de un modelo que guíe el diseño de un entorno de aprendizaje que pueda proporcionar a los alumnos las condiciones que maximicen su oportunidad de aprender.

### 4.3 Diseño de sistemas de instrucción (DSI)

La literatura muestra un uso intercambiable de diseño instruccional (DI), diseño de sistemas de instrucción (DSI), desarrollo instruccional e incluso tecnología instruccional [Reigeluth, 2016]. Sin embargo, algunos autores como Seels y Glasgow [1998] o Morrison et al. [2019], advierten algunas diferencias entre los modelos DI y los modelos DSI.

Para ellos, el DSI es un proceso, que está estrechamente relacionado con las teorías del diseño instruccional y enfatiza sobre qué proceso o procedimiento debe usar un maestro o diseñador instruccional para planificar y preparar una instrucción más efectiva y atractiva de una manera consistente y confiable, adecuada para una amplia gama de entornos de aprendizaje.

Los modelos de DSI normalmente cubren cinco fases: “análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluaciones” donde los modelos de identificación normalmente cubren solo las primeras dos fases del modelo DSI: “análisis y diseño”. Los modelos DSI ponen en práctica las teorías y los principios del diseño instruccional incorporándolos en guías de procedimiento para el desarrollo instruccional. Específicamente, el uso de un modelo DSI identificará lo que

se enseñará, determinará cómo se enseñará y evaluará la instrucción para determinar qué es necesario. Los modelos de identificación se centran en el análisis de una habilidad o conocimiento a adquirir y luego convierten el análisis en una estrategia de formación.

Más allá de que se trate de solo una cuestión de definición y convención. Independientemente de cualquier diferencia, que existiera, en los términos, la presente propuesta tiene como objetivo diseñar un modelo DSI con la meta de construir entornos virtuales de aprendizaje combinados (EVAC).

Para tener una perspectiva que guíe al estudio, se realizó una revisión de las mejores prácticas en el aprendizaje combinado con el fin de filtrar los mejores aspectos y criterios de diseño, así como de los factores críticos de éxito para la integración de la nueva tecnología.

#### 4.3.1 El modelo ADDIE: un modelo genérico para los procesos de DSI

Un modelo genérico para procesos DSI y quizás el modelo más utilizado para crear materiales didácticos es el modelo ADDIE desarrollado por Royce et al. [1970]. El Modelo ADDIE tiene un pasado variado arraigado en la creación del diseño de sistemas de instrucción (DSI) cerca del final de la segunda guerra mundial [Allen, 2006].

De hecho, no existe una forma “correcta” del modelo ADDIE, sino que se cree que ha sido desarrollado a lo largo del tiempo por una gran cantidad de investigadores y diseñadores instruccionales (Molenda [2003]. El modelo en sí se deriva de un enfoque de ingeniería de sistemas [Allen, 2006] y se centra en la creación de materiales de instrucción centrados en el estudiante, pero instruccionales, impulsados por el diseñador y, en última instancia, en la instrucción misma.

El acrónimo - ADDIE - significa los cinco pasos que representan una dinámica flexible, y la directriz para la construcción de herramientas efectivas de capacitación y apoyo al desempeño.

- i) **Análisis:** El primer paso del modelo de diseño se centra en averiguar las necesidades básicas del alumno para estructurar la instrucción. Un análisis o encuesta del alumno es una aplicación común de esta etapa en el proceso de diseño.
- ii) **Diseño:** Durante esta fase, los diseñadores instruccionales desarrollan planes para nuevos materiales de instrucción o revisan los materiales existentes para adaptarse mejor a las necesidades actuales del grupo de aprendizaje. Las evaluaciones formativas de los objetivos y estrategias de instrucción se utilizan para continuar formulando materiales de aprendizaje y la estructura del curso.

- iii) **Desarrollo:** Después de que el plan de diseño final esté en su lugar, el desarrollo de los productos de aprendizaje finales puede comenzar a tener lugar. A medida que se crea cada fase, material o módulo, los revisores (revisión interna, estudiantes, maestros, expertos en la materia) pueden proporcionar información para una continua evaluación formativa.
- iv) **Implementación:** Después de que se crean la totalidad de los materiales de aprendizaje, se lleva a cabo la implementación de la instrucción, es decir se entregan o distribuyen los materiales de instrucción.
- v) **Evaluación:** Se asegura que los materiales alcancen los objetivos deseados. La evaluación formativa, que tiene lugar durante cada paso del proceso de diseño, y la evaluación sumativa, que toma al finalizar la fase de implementación, permite a los diseñadores instruccionales mejorar constantemente la clase, los materiales de aprendizaje o el *software* instruccional, tanto durante su uso como para futuras versiones.

Estos pasos se basan en un enfoque de sistemas genéricos que es de naturaleza sistemática. La salida de cada paso se convierte en la entrada para el siguiente paso. Hay evaluaciones formativas que están integradas en cada uno de los cinco pasos para juzgar el valor de ese proceso mientras se llevan a cabo las actividades; como resultado, se realizan las revisiones necesarias.

La mayoría de los modelos actuales de los Sistemas de Diseño Instruccional (SDI) son variaciones del proceso ADDIE, aunque varían en sus niveles de especificidad y complejidad [Dick et al., 2005].

### 4.3.2 El modelo de cascada

El modelo de cascada se remonta a los enfoques de investigación y diseño creados en 1970, por Winston Royce et al. [1970], como un planteamiento de fórmula para el diseño que se basaba en que cada paso se completara antes de pasar al siguiente. Similar al Modelo ADDIE, el Modelo cascada es más una colección de ideas de varios académicos, centradas en este enfoque del diseño de *software*. El modelo permite al usuario definir el alcance de su trabajo y seguir con el diseño real del *software* [Lott, 1997].

Los siete pasos principales en el modelo se pueden describir como [Royce et al., 1970]:

1. **Requisitos del sistema:** Primero se realiza un análisis detallado de los requisitos y limitaciones del sistema operativo.
2. **Requisitos de *software*:** Después de definir los requisitos del sistema, se crea un esquema de las funcionalidades y usos del *software*.

3. **Análisis:** Después de crear las limitaciones y el alcance dentro de los dos límites anteriores, se realiza un análisis para determinar si el *software* está satisfaciendo las necesidades y especificaciones del usuario.
4. **Diseño del programa:** Ahora se crea la descripción completa del *software* y se pueden describir los procedimientos operativos.
5. **Codificación:** Comienza la creación del *software* y sus funciones.
6. **Pruebas:** Los ingenieros de *software* y programadores prueban la funcionalidad del *software* para ver si se está abordando su función prevista o si se llevará a cabo una codificación adicional (o en esos casos, un rediseño radical del *software* en sí).
7. **Operaciones:** Una vez completadas las pruebas, se puede realizar la instalación y el uso por parte del público objetivo.

Royce en realidad creía que su propio diseño era demasiado rígido y arriesgado basado en seguir estos pasos sistemáticamente. El modelo se destaca por ser bueno para grandes proyectos, con una interactividad limitada debido a la gran cantidad de documentación, los largos plazos de diseño y la gran cantidad de codificación [Boehm, 1988]. Sin embargo, al limitar el proceso de diseño para permanecer dentro de cada paso hasta una finalización adecuada, el Modelo de Cascada tiene como objetivo reducir los costosos rediseños y reelaboraciones de *software* [Eller, 2016].

#### 4.3.3 El modelo de prototipos rápidos

La “creación rápida de prototipos” es un enfoque de diseño adaptado al campo de la DI desde la disciplina de la ingeniería del *software* por Tripp y Bichelmeyer [1990]. Según ellos, al igual que en la ingeniería del *software*, la creación rápida de prototipos en DI es “la construcción de un modelo del sistema para diseñar y desarrollar el propio sistema”. Se centra en la retroalimentación continua o formativa, lo que tiene cierta relevancia con lo que señala Winn [1997] de que “las actividades del diseñador instruccional deben tener lugar en el momento en que el estudiante está trabajando con el material instruccional”. Sostiene que las decisiones de DI deben tomarse sobre la marcha como respuesta a la participación del alumno en el proceso de aprendizaje. Este enfoque de diseño se ha citado a veces como una forma de mejorar el modelo genérico ADDIE, y está pensado para crear la instrucción de una lección, en lugar de todo un plan de estudios.

Comprende un conjunto de procesos paralelos concurrentes y superpuestos de cuatro niveles que ayudarán tanto a acelerar el proceso, como a superar muchas limitaciones de los modelos tradicionales de diseño instruccional. Como puede verse en la Figura 4.1 , el prototipado

rápido continúa con los procesos paralelos de diseño e investigación, o de construcción y utilización. El núcleo de este enfoque de diseño es la fase de análisis, seguida de la construcción

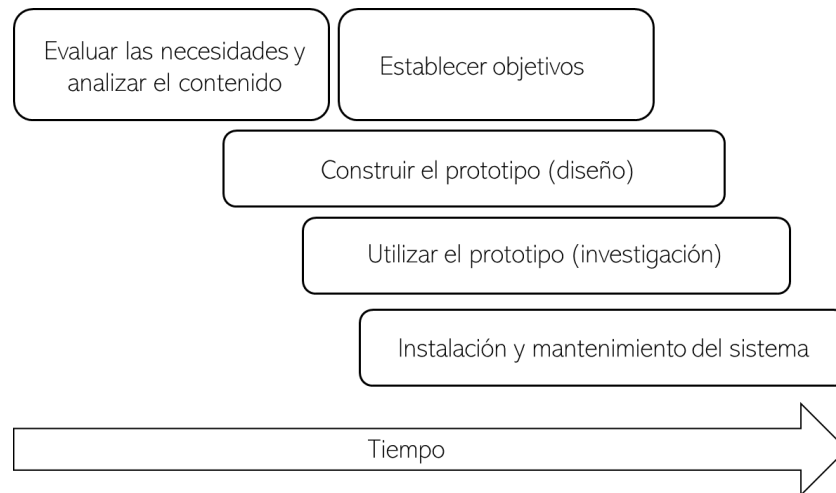


Figura 4.1: Enfoque de creación de prototipos para el diseño de software [Tripp y Bichelmeyer, 1990]

de un prototipo, la utilización del prototipo para realizar investigaciones y la instalación del sistema final. En cuanto al procedimiento, después de realizar el análisis a fondo, la investigación y el desarrollo se llevan a cabo como procesos paralelos y se crea un prototipo basado en los resultados, para finalmente someterlo a pruebas de las que puede salir o no un producto final.

Muchos diseñadores pedagógicos han adoptado el enfoque de la creación rápida de prototipos para permitir aplicar la evaluación y la revisión continua en colaboración con los profesores e incluso con los alumnos. Las ventajas del prototipado rápido son la utilización del diseño con la participación activa de los alumnos a quienes está dirigido, lo que conduce a un diseño participativo; un entorno de diseño que hace que sea práctico para sintetizar y modificar los procesos instructivos rápidamente, lo que también conduce a un aumento de la creatividad; un desarrollo acelerado, que se fundamenta en una base sólida derivada de la detección temprana de los errores por las iteraciones rápidas [Tripp y Bichelmeyer, 1990].

Alguna de las ventajas de este modelo es que utiliza un proceso iterativo a través de la evaluación y la mejora continuas mientras se crean los materiales de instrucción; ahorra tiempo y dinero al identificar los problemas cuando todavía son fáciles de arreglar, o de lo contrario, son costosos de corregir.

Por el contrario, la principal desventaja del prototipado rápido es su tendencia a fomentar métodos de diseño informales que pueden introducir más problemas de los que eliminan, como sustituir el análisis en papel por prototipos; comprometerse con un diseño prematuro, y perder

el control de los procesos [Tripp y Bichelmeyer, 1990].

### 4.3.4 El modelo de Dick y Carey

El modelo de Dick y Carey (DC) se basa en un enfoque sistémico para diseñar la instrucción. Es uno de los modelos más conocidos y quizás, el más popular y ampliamente utilizado en la actualidad, en su versión más reciente [Dick et al., 2005] se describen todas las fases de un proceso iterativo que comienza con la identificación de los objetivos de la instrucción y termina con la evaluación sumativa. Consta de los siguientes diez componentes que se ejecutan de forma iterativa y paralela en lugar de lineal:

- Evaluar las necesidades para identificar los objetivos de instrucción.
- Llevar a cabo un análisis de la instrucción.
- Analizar a los alumnos y los contextos.
- Redactar los objetivos de rendimiento.
- Desarrollar instrumentos de evaluación.
- Desarrollar estrategias de instrucción.
- Desarrollar y seleccionar materiales didácticos.
- Diseñar y realizar una evaluación formativa de la instrucción.
- Revisar la instrucción.
- Diseñar y llevar a cabo la evaluación sumativa.

Aunque todos los modelos varían en sus niveles de especificidad y complejidad, cada uno de ellos se basa en los procesos típicos de las principales fases del diseño de sistemas de instrucción; éstas son el análisis, el diseño, el desarrollo, la implementación y la evaluación [Dick et al., 2005]. El modelo DC aborda la instrucción como un sistema completo, centrándose en la interrelación entre el contexto, el contenido, el aprendizaje y la instrucción. La mayoría de los pasos del modelo se basan en los pasos anteriores, lo que dificulta la realización del proceso de forma no lineal.

La versión del modelo de DC ilustrada en la figura 4.2 incorpora algunos aspectos de la teoría constructivista y podría ser atractiva para los constructivistas. Algo destacable de este modelo es que hace hincapié en un análisis inicial de las necesidades para identificar los objetivos, en lugar de que los expertos identifiquen los comportamientos y las características de entrada, como solía ocurrir en las primeras versiones. Según Dick y Carey, “componentes como el instructor,



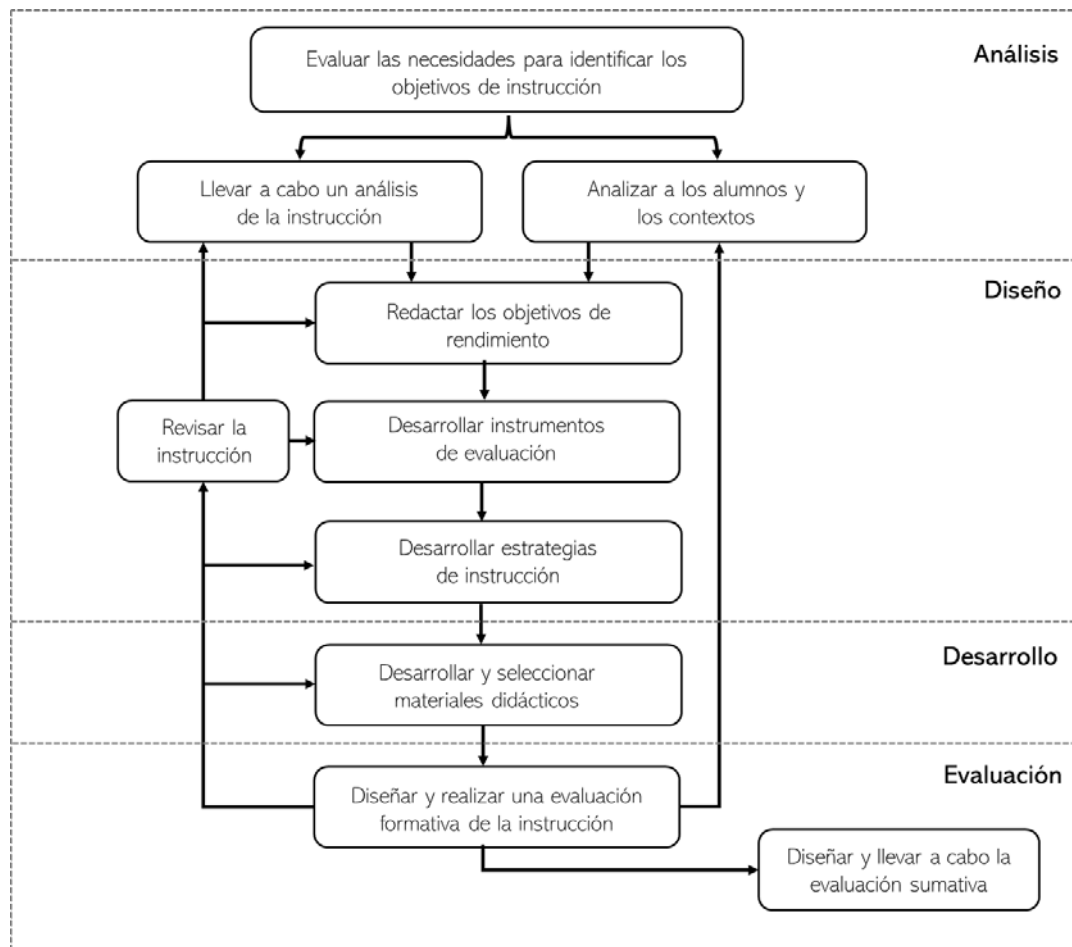


Figura 4.2: Fases del modelo de Dick y Carey [Dick et al., 2005]

los alumnos, los materiales, las actividades de instrucción, el sistema de entrega y los entornos de aprendizaje y rendimiento interactúan entre sí y trabajan juntos para lograr los resultados de aprendizaje deseados por los alumnos”. En su versión actual, el modelo DC es más o menos adecuado para crear un entorno de aprendizaje rico en sentido práctico, además de que también es un modelo centrado en el alumno.

Además de que la identificación de los objetivos, el análisis del alumno y del contexto y el establecimiento de los objetivos de rendimiento se producen en una fase temprana, los instrumentos de evaluación se establecen antes del desarrollo de la estrategia de instrucción. Esto garantiza que la instrucción esté correctamente enfocada y que los objetivos, la instrucción y la evaluación sean congruentes entre sí. Asimismo, todas y cada una de las etapas de la instrucción forman parte de un ciclo iterativo de revisión; por lo tanto, las evaluaciones formativas como las sumativas son parte también de un proceso continuo de retroalimentación y modificación.

Por último, la evaluación sumativa se considera parte del modelo de diseño instructivo, y

no un evento posterior separado. Dick y Carey hicieron una importante contribución al campo del diseño instruccional al defender una visión sistémica de la instrucción, en contraposición a la visión de la instrucción como una suma de partes aisladas.

##### 4.3.5 Teoría del diseño instruccional de Reigeluth

La teoría del diseño instruccional de Reigeluth [2013] es una teoría cognitiva prescriptiva. De acuerdo con esta, la instrucción debe organizar los contenidos de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular y de lo concreto a lo abstracto para un aprendizaje óptimo. Otro principio establece que se debe seguir la secuencia de conocimientos previos; se aplica a las lecciones individuales dentro de un curso. Para que un estudiante pueda pasar de conceptos sencillos a otros más complejos, primero debe dominar ciertos conocimientos y destrezas previas.

Esta secuencia de conocimientos previos proporciona vínculos entre cada lección a medida que el estudiante asciende en un curso de estudio. A medida que se introducen nuevos conocimientos y destrezas en las lecciones siguientes, los estudiantes refuerzan lo aprendido y lo relacionan con la información previamente aprendida.

Un concepto clave de la teoría del diseño instruccional es que los estudiantes necesitan desarrollar un contexto significativo en el que puedan integrarse las ideas y habilidades posteriores. La teoría del diseño instruccional propone siete componentes estratégicos principales en el proceso de elaboración (1) una secuencia constructiva, (2) secuencias de conocimientos previos, (3) resumen, (4) síntesis, (5) analogías, (6) estrategias cognitivas y (7) control del alumno.

El primer componente “secuencia constructiva” es la fase más importante del proceso de diseño. La secuencia constructiva se desarrolla a través de los siguientes pasos.

**Paso 1:** Descomponer el contenido en conceptos, principios y procedimientos.

**Paso 2:** Secuenciarlos según su nivel de dificultad a nivel macro.

**Paso 3:** Secuenciarlos según su nivel de dificultad a nivel micro.

**Paso 4:** Proporcionar resúmenes exhaustivos.

**Paso 5:** Proporcionar oportunidades para que los alumnos integren la nueva información con su esquema (como por ejemplo el uso de analogías, mnemotecnia, diagramas o mapas conceptuales).

**Paso 6:** Utilizar acciones de estímulo para motivar los esfuerzos de los alumnos.

La teoría del diseño personalizado, centrado en el alumno y socio-contextual de Reigeluth tiene dos componentes para facilitar el aprendizaje y el desarrollo humano:

- los métodos de instrucción que se relacionan con el contexto en el que puede tener lugar el aprendizaje, y
- situaciones de aprendizaje que impactan en los métodos de enseñanza.

El modelo se ilustra en la siguiente figura 4.3. La teoría del diseño instruccional de Reigeluth es

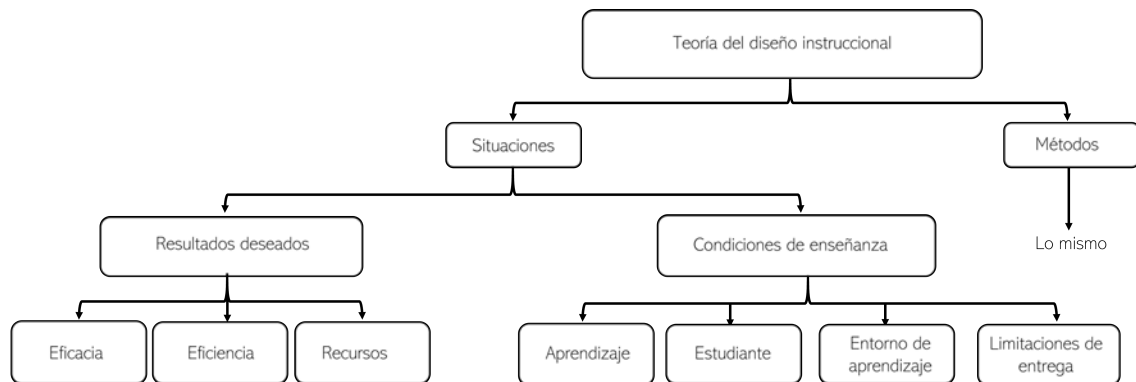


Figura 4.3: La teoría del diseño instruccional de Reigeluth [2013].

muy apropiada para el diseño de la instrucción, en particular para un entorno de aprendizaje flexible. La secuenciación de los contenidos es esencial para una enseñanza y un aprendizaje eficaz. La selección de un enfoques y medios de comunicación son componentes importantes e integrales del proceso de secuenciación.

#### 4.4 Análisis crítico de los modelos DSI y sus características

El análisis de varios modelos de diseño de sistemas de instrucción (DSI) mostraron que, aunque cada modelo tiene algunas diferencias, todos son básicamente similares en su necesidad de proporcionar ciertos componentes que son comunes a la instrucción. En general los componentes se conocen con diferentes nombres o varios pasos de un modelo que se unen de un paso a otro; sin embargo, todos tratan de crear una instrucción efectiva.

La comunidad tradicional de DI tiene una visión objetivista del mundo, basada en la premisa de que el propósito de la instrucción es transferir información objetiva e impartir conocimiento. En algunos de estos modelos tradicionales, el proceso de diseño es de arriba hacia abajo, lineal, sistemático, descriptivo, de naturaleza fuertemente objetivista [Jonassen y Rohrer-Murphy, 1999] y pensado para las situaciones de diseño instruccional de la vida real, ya que el aprendizaje no siempre es lineal.

Todos los modelos tradicionales de diseño instruccional tienen en común la noción de un entorno de “aula” ya sea física o virtual. Además, las actividades de aprendizaje se centran en

las habilidades que deben aprenderse y se presentan en las mejores condiciones para que se dé el aprendizaje; por lo tanto, los educadores pueden centrarse en las necesidades y habilidades del alumno individual, lo que resulta en el desarrollo de actividades de aprendizaje efectivas. Los modelos de diseño tradicionales prescriben métodos rígidos independientemente de las diferencias contextuales, ya que asume que cada alumno aprende de la misma forma; como resultado, las estrategias prescritas por el maestro esperan que cada alumno aprenda lo mismo de la misma manera al mismo tiempo en el entorno descontextualizado del aula.

De acuerdo con algunos defensores del enfoque de sistemas, el enfoque del diseño instruccional es efectivo porque obliga a los educadores a prestar especial atención a lo que se va a aprender (objetivos de aprendizaje) y lo que debe conocerse antes de las transacciones de aprendizaje [Dick et al., 2005].

Según Deubel [2003] algunos críticos señalan que el enfoque de sistemas está demasiado centrado en objetivos específicos y por lo tanto, argumenta que los objetivos explícitamente establecidos pueden limitar la capacidad de los estudiantes para usar la información en situaciones que no son similares a aquellas en las que ocurrió el aprendizaje inicial; Además, puede que no ayude a los estudiantes a desarrollar un pensamiento de nivel superior.

A pesar de que es un enfoque valioso particularmente para enseñar conceptos, procedimientos y conocimientos básicos en dominios de conocimiento relativamente estructurados, generalmente no es flexible y adaptable para resolver problemas confusos o incluso mal definidos, porque gran parte de lo que se debe aprender implica conocimiento avanzado en dominios complejos, donde el comportamiento no se puede predecir, ni tampoco podría definirse con precisión el rendimiento aceptable.

Este supuesto sobre que cada estudiante aprende de la misma manera, al mismo ritmo y tiene necesidades similares es debatido por Reigeluth [2013], quien argumenta que el paradigma tradicional de la formación y la educación basado en la estandarización, es decir que implica enseñar a un gran grupo de estudiantes el mismo contenido en la misma cantidad de tiempo, puede ser “un modelo de eficiencia, pero no de eficacia”. Por lo cual enfatiza en la necesidad de un cambio de la estandarización a la personalización, como un intento de hacer posible una experiencia de aprendizaje única para cada estudiante.

Con el auge de la tecnología en los entornos educativos, el concepto de “aprendizaje en cualquier momento, en cualquier lugar” y una reconceptualización del aula son necesarios. Los entornos de aprendizaje ya no requieren unicamente ser espacios específicos geográficamente para el acceso de los estudiantes durante períodos definidos de tiempo.

El énfasis ahora se centra en los procesos cognitivos del aprendizaje más que en la instrucción y el rendimiento. Además, la visión tradicional del papel de la tecnología como un “repositorio” de entrega de contenidos se está transformando a la de una herramienta cognitiva para promover el aprendizaje. Lo que implica que la selección de estrategias e incluso de contenidos no puede ser predeterminada por el diseñador o el profesor; deben evolucionar a medida que se produce el aprendizaje; por lo que, al cambiar las decisiones de instrucción al momento de la entrega, el diseño de la instrucción se reintegra con su implementación.

La forma tradicional de aprendizaje no ocurre necesariamente en entornos auténticos o a través del diálogo entre los estudiantes o entre los estudiantes y el maestro. El conocimiento y las habilidades necesarias para las habilidades de orden superior, incluidos el análisis, la evaluación y la resolución de problemas, no están relacionados explícitamente con un entorno auténtico y no están fácilmente disponibles para su aplicación o transferencia a situaciones novedosas. Por lo tanto, resulta más difícil para los modelos tradicionales de identificación promuevan en los estudiantes el tipo de habilidades necesarias para vivir y prosperar en la era de la información y la economía del conocimiento de hoy.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente sobre los modelos de identificación tradicionales, es esencial transitar a modelos alternativos basados en enfoques flexibles para impulsar nuevas posibilidades de aprendizaje activo porque los estudiantes actuales ya no son receptores pasivos y reproductores de información. Asimismo, se debe preparar a los estudiantes para enfrentar los retos diversos y complejos del mundo real.

Como resultado, los modelos de diseño de sistemas de instrucción deben reorientarse para ser más flexibles, promover la personalización y el empoderamiento del estudiante si se quiere mantener el campo de los modelos de identificación al día con los cambios tecnológicos. Los enfoques de instrucción se están centrando cada vez más en el desarrollo de la capacidad de autodirección por parte del alumno.

## **4.5 Modelos de diseño constructivistas**

Las teorías constructivistas y la teoría de la actividad ven el conocimiento y el significado como contextualizados, enfatizando la interpretación, las múltiples perspectivas y la construcción social del significado. La teoría de la actividad postula que el aprendizaje y la actividad están interrelacionados; el aprendizaje consciente surge de la actividad. La implicación para diseñar la instrucción es que el contexto de aprendizaje y rendimiento es vital, ya que la actividad no se puede entender fuera de su contexto.

Wilson [1996] define un entorno de aprendizaje constructivista como “un lugar donde los estudiantes pueden trabajar juntos y apoyarse mutuamente a medida que utilizan una variedad de herramientas y recursos de información en su búsqueda guiada de objetivos de aprendizaje y actividades de resolución de problemas”. Wilson investigó las implicaciones de la filosofía constructivista para el diseño instruccional. Según él, el contexto debe incorporar la colaboración de los alumnos y apoyar la autorregulación a través de la promoción de habilidades y actitudes que permitan a los estudiantes asumir una responsabilidad cada vez mayor en su propio proceso de reestructuración del desarrollo.

Las estrategias cognitivas deben promover el compromiso y la responsabilidad del alumno por el aprendizaje. El diseño constructivista permite a los diseñadores instruccionales diseñar entornos de aprendizaje en los que los estudiantes puedan integrar y maximizar experiencias y actividades de aprendizaje auténticas [Willis, 2000]. De acuerdo con Wilson [1996], las tareas son administradas tanto por los alumnos como por el profesor en un entorno de aprendizaje enriquecido; destacó que los estudiantes tienen más control en este entorno y el maestro asume el papel de “entrenador y facilitador”, que en muchas situaciones puede describirse mejor como “co-aprendiz”.

Si bien tanto el objetivismo como el constructivismo se centran en la experiencia del mundo real, la diferencia es que, en lugar de diseñar secuencias instruccionales, el énfasis del constructivismo está en el diseño de un entorno de aprendizaje [Jonassen, 1994].

Los constructivistas apuestan por tareas de resolución de problemas mal estructurados (falta de formulación clara; falta de un procedimiento que garantice la solución) que son relevantes para los estudiantes y que incluyen algunos de los atributos complejos de los problemas del mundo real, de modo que algunos de sus aspectos pueden surgir aun así y ser definidos por los estudiantes. El entorno de aprendizaje debe proporcionar actividades no lineales, así como mal definidas/estructuradas que tengan relevancia en el mundo real y que presenten una sola tarea compleja que debe completarse durante un período preestablecido de tiempo, en lugar de una serie de ejemplos desconectados más cortos [Willis, 2000]. Características de los problemas mal estructurados [Jonassen y Rohrer-Murphy, 1999] son:

- objetivos y limitaciones no declarados;
- múltiples rutas de solución o ninguna solución;
- múltiples criterios para evaluar soluciones;
- incertidumbre con respecto a qué conceptos, reglas y principios usar, o incluso ninguna regla y principios generales para predecir el resultado; y

- los estudiantes están obligados a hacer y defender juicios.

Los estudiantes mejoran sus habilidades de resolución de problemas cuando participan en problemas del mundo real y procesos realistas de resolución de problemas. El aprendizaje basado en problemas fomenta la construcción activa del conocimiento a través de la investigación personal, así como la negociación social y el trabajo con compañeros [Oliver, 1999]. Por lo tanto, los estudiantes tienden a ser dueños del problema y la propiedad engendra la motivación para resolverlo. Algunas perspectivas relacionadas con el entorno de aprendizaje constructivista son: cognición situada, instrucción anclada y aprendizaje cognitivo. Además, el constructivismo respalda el aprendizaje basado en problemas.

Aunque el constructivismo se tenía en alta estima a principios de la década de 1990 como el mejor enfoque para abordar la mayoría de los problemas educativos, había una falta de modelos constructivistas prácticos para que se pudieran utilizarse para implementar estrategias constructivistas. Sin embargo, algunas pautas constructivistas generales notables para el diseño fueron los principios de Jonassen [1994] del diseño constructivista o el marco de Jonassen y Rohrer-Murphy [1999].

#### 4.5.1 Marco constructivista de Jonassen y Rohrer-Murphy

El marco de Jonassen y Rohrer-Murphy [1999] describe cómo los conceptos y componentes de la teoría de la actividad pueden usarse como marco para describir los componentes y sus interrelaciones en los modelos de Entornos de Aprendizaje Constructivistas (EAC). Además, identifican seis pasos para usar la teoría de la actividad para diseñar un EAC. Los pasos son:

- a. Aclarar el propósito del sistema de actividades.
- b. Analizar el sistema de actividades.
- c. Analizar la estructura de la actividad.
- d. Analizar herramientas y mediadores.
- e. Analizar el contexto.
- f. Analizar la dinámica del sistema de actividad.

El marco proporciona un gran conjunto de preguntas a responder que cubren diversas combinaciones de principios y componentes de la teoría de la actividad en los EAC que consisten en varios componentes interdependientes: un espacio problema-proyecto, casos relacionados, recursos de información, herramientas cognitivas, herramientas de conversación y colaboración [Jonassen y Rohrer-Murphy, [1999].

1. Espacio del problema-proyecto: Captura el sistema de actividades que está incrustado en un EAC. Presenta a los estudiantes un problema interesante, relevante, auténtico, atractivo y mal estructurado para resolver o para llevar a cabo un proyecto. El espacio problema-proyecto en los EAC consta de tres componentes integrados y altamente interrelacionados: el contexto del problema, la presentación o simulación del problema y el espacio de manipulación del problema. El contexto del problema describe todos los detalles importantes del contexto en el que se resolverá el problema: las reglas, la comunidad y los componentes de división del trabajo del sistema de actividades. Además, ayuda a definir el problema. La presentación del problema simula el problema en el contexto en el que se encuentra normal y naturalmente.

El espacio de manipulación de problemas en el que los estudiantes tienen la oportunidad de actuar sobre el problema y ver los resultados de sus esfuerzos para hacerlo más significativo y, por lo tanto, apropiarse del problema.

2. Los casos relacionados: Permiten a los alumnos examinar experiencias previas y relacionarlas con el problema actual. Apoya el aprendizaje mediante el andamiaje de la memoria y la representación de la complejidad a través del uso de múltiples perspectivas a los problemas en estudio.
3. Recursos de información: Recursos en línea accesibles a través de hipervínculos con el fin de proporcionar a los estudiantes suficiente información sobre el tema que apoye la resolución de problemas.
4. Herramientas cognitivas: Además de las herramientas del dominio, los EAC pueden incorporar herramientas cognitivas como andamiaje para ayudar a los estudiantes a adquirir las habilidades para realizar esas tareas.
5. Herramientas de conversación y colaboración: Los EAC utilizan varias herramientas mediadas por computadora para apoyar la colaboración y facilitar el diálogo y la creación de conocimientos entre la comunidad de estudiantes. La información se comparte y los alumnos construyen conocimiento en colaboración.

##### 4.5.2 Diseño de evaluaciones constructivistas

La evaluación es el factor más importante en cualquier experiencia educativa porque da cuenta sobre el progreso tanto de la enseñanza como del aprendizaje. Su naturaleza, tipo y calidad influyen en el enfoque que los estudiantes adoptan para el aprendizaje. Es fundamental en cualquier enfoque de diseño proporcionar criterios válidos para la evaluación del aprendizaje. El enfoque constructivista toma la evaluación como una parte integral del aprendizaje de un estudiante, no simplemente como un medio para certificar el desempeño como se hace en las estrategias de eval-



uación tradicionales donde el objetivo es medir lo que los estudiantes han aprendido en un curso.

Los modelos constructivistas sostienen que la comprensión de cada individuo ocurre a través de interacciones con el medio ambiente y su construcción de contextos del mundo real. Por lo tanto, para que la evaluación sea válida, debe integrarse en el contexto del aprendizaje, en lugar de basarse en pruebas en un entorno académico descontextualizado. Requiere que la evaluación se integre perfectamente con la actividad y que proporcione criterios adecuados para calificar productos variados.

Así como el aprendizaje es un proceso continuo, la evaluación debe realizarse continuamente para dar al alumno el estatus sobre su progreso de aprendizaje, pero además sirva para documentar el proceso de aprendizaje. La mejor manera de lograr esto es la observación de los involucrados en el aprendizaje durante las discusiones en clase, el trabajo en grupo, los ejercicios de aprendizaje activo, el chat en línea o los foros de discusión. La comprensión personal resultante del alumno se evalúa de manera más efectiva a través de la evaluación formativa [Willis, 2000], utilizando pruebas referenciadas a normas (Evaluar en referencia a una norma, significa comparar el resultado del individuo con los resultados de una población o grupo a los que pertenece. Esto exige el establecimiento de una norma o escala de referencia, confeccionada después de estudios estadísticos de rendimiento, con el objetivo de obtener una calificación). Estos métodos pueden incluir documentar el proceso de aprendizaje a medida que ocurre, usar entornos que tengan el potencial de grabar y archivar las notas de los estudiantes, permitir calificar el discurso asincrónico en línea o fomentar la construcción de conceptos y andamiajes.

Otro tipo de evaluación que es deseable en el aprendizaje electrónico es la revisión por pares (evaluación usada para valorar trabajos escritos realizada por una o más personas con competencias similares a los productores del trabajo) mediante la cual los estudiantes participan para revisar y evaluar el trabajo de los demás. Sin embargo, la revisión por pares solo puede tener éxito en una comunidad socialmente consolidada, por lo que es necesario enfatizar lo suficiente en la necesidad de un clima social acogedor. La práctica de la revisión por pares es un enfoque valioso, ya que brinda oportunidades a los estudiantes en la toma de decisiones sobre el proceso de evaluación y cómo hacer juicios sobre su propio aprendizaje y el de los demás. Útil en situaciones de aprendizaje permanente.

Un portafolio es una colección de trabajos realizados por una persona en un período de tiempo con el fin de demostrar el progreso y los logros alcanzados en una área. El uso de portafolios electrónicos (*e-Portfolios*) se está convirtiendo en una forma cada vez más popular de almacenar y compartir información como parte de sus agendas institucionales de calidad y mejora. Esto se debe en parte a que los *e-Portfolios* proporcionan “evidencia tangible” a las

agencias de acreditación del rendimiento estudiantil [Cohn y Hibbitts, 2004].

De acuerdo con Cohn y Hibbitts, el proceso de construcción de un *e-Portfolio* inspira la participación de los estudiantes en el pensamiento reflexivo. Los *e-Portfolios* pueden incluir instrumentos de ejemplos que demuestren algo sobre sí mismos como aprendices para su uso futuro; por ejemplo, al solicitar un trabajo los potenciales empleadores verían un trabajo particular como pertinente para observar la capacidad del estudiante para hacer el trabajo. Los evaluadores pueden obtener información sobre cómo aprenden los estudiantes y los productos de su aprendizaje. Sirve no solo para cumplir con su requisito de certificación, sino también para la autocomprensión, así como para demostrar a los demás lo que saben y pueden hacer.

Los recursos vía correo electrónico permiten ser tanto una herramienta de aprendizaje como un medio de evaluación. A medida que los estudiantes seleccionan, presentan y representan su aprendizaje, reflexionan sobre lo que los instrumentos del portafolio revelan sobre su aprendizaje. Con el uso de portafolios, la evaluación se convierte en parte del proceso de aprendizaje.

Un sistema de evaluación en línea, que incorpora multimedia y es capaz de ofrecer simulaciones para la evaluación de habilidades de laboratorio o trabajo de campo, es descrito por Machnaik [2002]. Muchas de las preguntas en este sistema se consideran capaces de probar niveles de aprendizaje más altos, como la aplicación, el análisis y la síntesis.

En el diseño de evaluaciones constructivistas también se pueden utilizar varias otras estrategias, por ejemplo: diálogo con los alumnos y otros profesores, proyectos, revistas, tareas individuales y grupales que involucran aprendizaje colaborativo y negociación social, evaluaciones de discusión, autoevaluación y evaluación por pares, e incluso puntajes en pruebas estandarizadas.

## 4.6 Las pedagogías derivadas de las teorías del aprendizaje

En esta sección se discuten las diversas dimensiones pedagógicas esenciales del aprendizaje y los mecanismos de apoyo derivados de estas, que se ponen a disposición de los estudiantes mientras participaban en el proceso de aprendizaje centrado en el estudiante.

La revisión de las teorías del aprendizaje que se llevó a cabo en el Capítulo 1 indica que las características de estas teorías varían desde un enfoque más individual y cognitivo hasta el énfasis en el aprendizaje social y situado. Estas visiones amplias del aprendizaje o de las escuelas de pensamiento pueden clasificarse como conductistas (aprendizaje como comportamiento observable y medible), cognitivo/constructivista (aprendizaje como construcción de conocimiento

y significado) y situativos (aprendizaje como práctica social). Todos los enfoques actuales para el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación pueden ubicarse dentro de estas tres amplias perspectivas. La diferencia esencial es que los enfoques conductistas se basan en la noción de que el comportamiento humano es predecible, pero los otros dos consideran, según Winn y Snyder [2002], el papel de los estados mentales no observables y la introspección, que forman parte del comportamiento humano. Todas estas perspectivas reconocen la importancia de la motivación del alumno y la experiencia previa que tienen un lugar en el desarrollo de un entorno virtual de aprendizaje combinado.

#### 4.6.1 La pedagogía derivada de la perspectiva conductista

Esta pedagogía se centra particularmente en las tareas y su análisis, ejercicio y práctica. Los enfoques conductuales comunes para el aprendizaje son los siguientes:

- El estudiante asume un papel pasivo y reactivo.
- El aprendizaje es principalmente el recuerdo fáctico.
- La instrucción está secuenciada lógicamente y es sistemática.
- Los procesos de instrucción están dirigidos a los estudiantes en general y no al estudiante individual; sin embargo, se supone que el aprendizaje ocurre a nivel personal, no socialmente.
- Asume que una instrucción bien diseñada puede producir un resultado de aprendizaje deseado.
- El aprendizaje se puede medir a través de la capacidad de reproducción de los estudiantes.
- El enfoque de la evaluación es como la medición científica a nivel del individuo.

Implicaciones del conductismo para la práctica:

- Enumerar los resultados de aprendizaje (las taxonomías de Bloom muestran cómo se pueden clasificar).
- La evaluación debe basarse en los resultados del aprendizaje y nada más.
- División de los material en unidades pequeñas.
- Secuenciar cuidadosamente las unidades de acuerdo con el aprendizaje deseado.
- Presentar las reglas para aprender el tema.
- Asegúrese de que el alumno responda activamente (haga cosas).

- Proporcionar oportunidades para la retroalimentación frecuente de los alumnos.
- Reforzamiento del comportamiento correcto con recompensas inmediatas.

Todos estos tienen una fuerte influencia sobre la atención, la percepción y la memoria de los alumnos. Llamar la atención es el primer paso en los eventos de instrucción de Gagne. Por lo tanto, es crucial que los educadores reconozcan y respondan a las emociones y estados de ánimo de sus estudiantes para facilitar el compromiso y la motivación.

#### **4.6.2 La pedagogía derivada de la perspectiva cognitiva/constructivista: Entornos de aprendizaje constructivistas**

Aquí la atención se centra en las pautas y objetivos de diseño de aprendizaje que intentan incorporar varios puntos de vista del constructivismo social en el contexto de la teoría de la actividad.

La filosofía constructivista puede trabajar con un plan de estudios con la responsabilidad de un aprendizaje centrado en el estudiante, colaborativo, reflexivo y basado en recursos. La visión constructivista del aprendizaje se puede resumir de la siguiente manera:

- El aprendizaje es una interpretación personal/subjetiva del mundo.
- El aprendizaje es un proceso activo de construcción de conocimiento a través de la comprensión en lugar de adquirir conocimiento.
- El aprendizaje es un proceso autorregulado en el que el significado se desarrolla sobre la base de la experiencia y el conocimiento previo.
- El crecimiento conceptual proviene de la negociación del significado, el intercambio de múltiples perspectivas y el cambio de nuestras representaciones internas a través del aprendizaje colaborativo.
- El aprendizaje debe situarse en entornos realistas; las pruebas deben integrarse con la tarea y no ser una actividad separada.

En consecuencia, dos aspectos que son muy relevantes para la construcción activa del conocimiento son:

- Interacciones con el medio ambiente.
- Colaboración entre alumnos que les ayude en su desarrollo de la comprensión.

Los principios de diseño para las actividades constructivistas de enseñanza y aprendizaje se pueden enlistar de la siguiente manera:

- Apropiación de la tarea/objetivos personales de aprendizaje.

- Entrenamiento y modelado de habilidades de pensamiento.
- Andamiaje.
- Descubrimiento guiado.
- Oportunidad para la reflexión y la metacognición.
- Perplejidad cognitiva a través de problemas mal estructurados.
- Estrategias de evaluación integradas.

Implicaciones del constructivismo para la práctica [Willis, 2000, Wilson, 1996, Jonassen, 1994]:

- Presentar una visión general del tema, incluidos el propósito y los objetivos.
- Abordar el material desde la perspectiva y los valores del alumno.
- Reconocer y acomodar la diversidad de los estudiantes (capacidad, edad, género, cultura, nacionalidad).
- Fomentar la reflexión mediante el uso de diarios de aprendizaje, etc.
- Proporcionar múltiples representaciones de la realidad: evitar la simplificación excesiva de la instrucción al representar la complejidad natural del mundo.
- Presentar tareas auténticas.
- Explicar la relevancia del tema.
- Construir sobre lo que ya se conoce.
- Fomentar el aprendizaje activo e independiente y el aprendizaje por descubrimiento.
- Dar retroalimentación oportuna sobre el desempeño.
- Alinear constructivamente los objetivos, las estrategias y la evaluación.
- Apoyar la construcción colaborativa del conocimiento a través de la negociación social, y no la competencia entre los estudiantes por el reconocimiento.

### 4.6.3 La pedagogía derivada de la perspectiva situada: Comunidades de práctica

La perspectiva situada del aprendizaje representa un cambio de la visión cognitiva del aprendizaje a una orientación situada del aprendizaje -el estudio del aprendizaje como actividad social en un tiempo, lugar específicos- como “aprendizaje situado”; desde este punto de vista, “distribuido” entre la persona, el lenguaje, los recursos, las actividades y el medio ambiente [Lave, 2003].

La pedagogía del aprendizaje desde una perspectiva situada se centra en el desarrollo intelectual a través del ciclo de aprendizaje, pasando por las fases de externalización (del conocimiento tácito), intercambio, discusión, refinamiento y luego internalización [Artime y Gutiérrez, 2018]. Esto puede ocurrir a través de la “situación” al participar en una comunidad de práctica y grupos de aprendizaje en los que los estudiantes pueden participar conjuntamente en alguna actividad y compartir ideas mediadas a través de relaciones entre individuos [Mayes, 2001].

Según el aprendizaje situado [Artime y Gutiérrez, 2018]:

- No tiene sentido hablar de conocimiento descontextualizado, abstracto o general.
- Los nuevos conocimientos y aprendizajes se conciben adecuadamente como comunidades de práctica.

La tendencia moderna es hacia enfoques más “situacionales” para el diseño curricular, los enfoques de enseñanza y las estrategias de evaluación. La visión situada del aprendizaje se puede resumir de la siguiente manera:

- Todo aprendizaje está “situado” en las prácticas de las comunidades.
- Los estudiantes construyen conocimientos y entendimientos dentro de un contexto social y cultural.
- Un estudiante siempre estará influenciado por el entorno social y cultural en el que se produce el aprendizaje.
- Pasar de un enfoque en el aprendizaje individual a un énfasis en el aprendizaje social y colaborativo.
- La interacción social y la colaboración son componentes esenciales del aprendizaje situado.
- El nuevo aprendizaje está moldeado por el conocimiento previo y las perspectivas culturales.

- La construcción del significado es a partir de la actividad y la experiencia auténticas.

De acuerdo con Artime y Gutiérrez las características o elementos de un modelo de aprendizaje situado son:

- Contexto auténtico que refleje la forma en que se utilizará el conocimiento en la vida real.
- Actividades y evaluaciones auténticas.
- Acceso a actuaciones de expertos y la modelización de procesos.
- Múltiples roles y perspectivas.
- Construcción colaborativa del conocimiento.
- Entrenamiento y andamiaje.
- Articulación y reflexión.

Indicadores significativos para la práctica del aprendizaje situado [Smith y Ragan, 2004]

- El aprendizaje está en las relaciones entre las personas.
- Las personas pueden convertirse en participantes dentro de comunidades de práctica.
- Hay una conexión íntima entre el conocimiento y la actividad. La resolución de problemas y el aprendizaje de la experiencia se convierten en procesos centrales.

Las estrategias comunes incluyen el aprendizaje basado en problemas, la instrucción anclada y el aprendizaje cognitivo.

La revisión particular de las tres principales perspectivas teóricas del aprendizaje (conductismo, cognitivismo y constructivismo) llevadas a cabo en el Capítulo 1 indica que no son excluyentes entre sí, sino más bien son complementarias, cada una implica un conjunto diferente de prioridades para el aprendizaje y la práctica docente.

- a. La perspectiva conductista enfatiza la memorización y el recuerdo de hechos, el aprendizaje como actividad y el análisis de tareas. Proporciona un conjunto de objetivos y una secuencia lógica del contenido;
- b. La perspectiva cognitiva/constructivista se centra en el aprendizaje como logro de la comprensión y el desarrollo conceptual. Esta visión también fomenta el desarrollo de aprendices autónomos, con las habilidades de “aprender a aprender”;

- c. La perspectiva situada toma el aprendizaje como una práctica social que depende del establecimiento de resultados de aprendizaje colaborativo y de la relación de aprendizaje con los compañeros. Esta perspectiva también nos anima a formular resultados de aprendizaje en términos de prácticas auténticas de formulación y resolución de problemas realistas.

El enfoque combinado basado modelos y simuladores de este estudio abarca estas tres perspectivas de una manera integrada y complementaria. Ni el enfoque *bi-learning*, ni el campo del *e-learning* tienen una teoría del aprendizaje propia. Desde la literatura se muestra que está surgiendo una pedagogía *e-learning* que se centra en la activación del conocimiento previo, el centrado en el alumno y la interactividad. La asequibilidad de la tecnología para facilitar los enfoques constructivistas sociales, el enfoque centrado en el alumno y los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) es lo que otorga al enfoque combinado una perspectiva constructivista.

## 4.7 Diseño pedagógico: Diseño del entorno de aprendizaje combinado

Sobre la base del marco teórico de este estudio, el énfasis está en la creación de un entorno de aprendizaje o un modelo que satisfaga las necesidades de una comunidad de estudiantes basada en las dimensiones pedagógicas identificadas discutidas en este capítulo.

Dentro del entorno de aprendizaje combinado que proponemos, el potencial educativo de la modelación y simulación por computadora se utiliza para transformar los eventos instructivistas en actividades centradas en el estudiante utilizando formatos más auténticos como el “espacio del problema/proyecto” a través de la presentación o simulación del problema y el espacio de manipulación del problema, contextualizados que describen todos los detalles importantes del contexto en el que se resolverá el problema, “los casos relacionados” que permitan los estudiantes examinar experiencias previas y relacionarlas con el problema actual, apoyando el aprendizaje mediante el andamiaje de la memoria y la representación de la complejidad a través del uso de múltiples perspectivas de los modelos simulados, “recursos de información” en línea accesibles a través de hipervínculos con el fin de proporcionar a los estudiantes suficiente información sobre el tema que apoye la resolución de problemas; “herramientas cognitivas” que además de las herramientas de manipulación del problema, los EVAC contemplan el modelo de caja de cristal de los simuladores para un mayor análisis y comprensión del modelo subyacente que permita adquirir las habilidades para realizar nuevas tareas, “herramientas de conversación y colaboración” se emplean a través del desarrollo de simuladores por computadora de manera grupal para apoyar la colaboración y facilitar el diálogo y la creación de conocimientos entre la comunidad de estudiantes, además de que se integran ejercicios en línea, retroalimentación en



línea para involucrar a los estudiantes cognitivamente activos.

Para abordar la centralidad del estudiante, las actividades de enseñanza y aprendizaje deben diseñarse para que coincidan con el perfil del estudiante de manera individual. Así, la tecnología ayuda a mantener la orientación global del estudio constructivista al reducir las oportunidades de aprendizaje transmisivo en favor de experiencias transactivas y transformadoras, y al apoyar buenas estrategias de evaluación que se integran en las tareas de aprendizaje.

#### 4.7.1 Los principios de diseño del entorno de aprendizaje combinado

Esta sección describe la etapa más significativa en el proceso de diseño donde, según Morrison et al. [2019], la teoría del aprendizaje se desarrolla en un enfoque pedagógico detallado que guía sobre cómo los principios de diseño derivados de los supuestos subyacentes sobre la naturaleza del aprendizaje podrían asignarse a resultados de aprendizaje, métodos de enseñanza y métodos de evaluación apropiados.

1. La visión conductista enfatiza:

- En el aprendizaje:
  - Rutinas de actividad estructurada.
  - Objetivos de aprendizaje claros y la retroalimentación oportuna.
  - Itinerarios y rutinas individualizados, adaptados al rendimiento previo.
- En la docencia:
  - Análisis de tareas en unidades componentes.
  - Secuenciación de tareas en función de su complejidad relativa, con componentes más simples como requisitos previos para tareas más complejas.
  - Enfoque de instrucción claro para cada unidad.
  - Objetivos altamente enfocados y claros.

2. La visión cognitiva/constructivista enfatiza

- En el aprendizaje:
  - Aprender haciendo a través de actividades intelectuales más que por la absorción de la información.
  - Entornos interactivos para la construcción del entendimiento.
  - Tareas y problemas mal estructurados.
  - Propiedad de la tarea.
- En la docencia:
  - Proporcionar entornos interactivos y desafíos apropiados.

- Fomentar la experimentación y el descubrimiento de principios amplios.
- Habilidades de pensamiento de entrenador y modelo.
- Apoyo al conocimiento previo, reflexión, retroalimentación y motivación.
- Enmarcar los resultados del aprendizaje en términos metacognitivos para fomentar el desarrollo de la autonomía.

3. La visión situacional enfatiza

- En el aprendizaje:
  - Participación en prácticas sociales de indagación y aprendizaje.
  - Desarrollo de identidades como aprendices capaces y seguros.
  - Desarrollo de relaciones de aprendizaje a través del diálogo.
- En la docencia:
  - Crear entornos seguros para la participación y el aprendizaje auténtico basado en actividades.
  - Apoyar el desarrollo de identidades.
  - Facilitar el aprendizaje de diálogos y relaciones.

De acuerdo con Feldman et al. [2000] como se indica en “Educación a Distancia: Directrices para las Buenas Prácticas”, independientemente del medio o modo de entrega, un entorno de aprendizaje eficaz y eficiente debe tener las siguientes características:

- El aprendizaje se produce basándose en conocimientos previos, a través de la interacción con el entorno y los demás.
- La colaboración y el discurso con otros miembros de la comunidad juegan un papel importante en el aprendizaje.
- Los alumnos participan en actividades de acuerdo con sus necesidades, fortalezas, debilidades y aspiraciones.
- Las estrategias de enseñanza se centran en crear un discurso entre los maestros, los alumnos y otros miembros de la comunidad.
- Los profesores se centran en interactuar a nivel metacognitivo con los alumnos. Ayudan a los estudiantes a analizar sus déficits de aprendizaje a través del cuestionamiento.
- La evaluación y la evaluación son procesos continuos que tienen lugar a lo largo de la instrucción.
- La evaluación del aprendizaje se lleva a cabo mediante la observación de la práctica real dentro de la comunidad.

- La evaluación se combina con comentarios detallados y constructivos destinados a mejorar el rendimiento.
- El aprendizaje insuficiente o el fracaso se consideran una oportunidad e incluso deseable porque conduce al refinamiento del aprendizaje a través del discurso y la práctica. La retroalimentación correctiva es una parte estándar del proceso de evaluación.
- La instrucción es exitosa si los estudiantes han alcanzado las metas establecidas al principio y se han inculturado en la comunidad de práctica.

### 4.7.2 Diseño pedagógico: Evaluación

La evaluación es un elemento importante del diseño curricular y, por lo tanto, su inclusión es crítica. Mide la profundidad de la comprensión de los conceptos por parte del alumno y su capacidad para aplicarlos en situaciones del mundo real. Uno de los principales enfoques de la instrucción hoy en día es inculcar en los estudiantes la habilidad de aprender a aprender; para esto, la evaluación tiene que ser en gran medida diagnóstica y formativa para evaluar a los estudiantes mientras el aprendizaje realmente está teniendo lugar.

Además, los instrumentos y actividades de evaluación deben ser congruentes con los objetivos de aprendizaje, permitir a los alumnos evaluar su progreso, identificar áreas para su revisión inmediata e incluso ajustar los objetivos de aprendizaje para adaptarse a las necesidades especiales, las características y a las situaciones de los alumnos individualmente. Laurillard [1993] sostiene que el aprendizaje y la enseñanza innovadores deben ir acompañados de innovaciones en la evaluación.

Las tres principales perspectivas pedagógicas como el conductismo, cognoscitivismo y constructivismo, enfatizan diferentes aspectos sobre qué se debe medir y cómo. Dentro del enfoque conductista la evaluación se centra en la reproducción precisa de conocimientos y habilidades. Mientras que en la visión cognitiva/constructivista se enfatiza la evaluación de una amplia comprensión conceptual, participación, rendimiento extendido y excelente desempeño a través del reconocimiento. También promueve la evaluación del proceso y de los resultados a través de diversos métodos, como las autoevaluaciones y las evaluaciones de pares.

Tanto las perspectivas cognitivas como las situacionales abogan por métodos de evaluación variados, incluida la evaluación docente, la evaluación por pares, la autoevaluación, los portafolios en línea del trabajo de los estudiantes y la reflexión.

Utilizando nuevas tecnologías, los estudiantes pueden obtener retroalimentación directa, hacer correcciones a su trabajo y estructurar experiencias de aprendizaje en torno a sus

necesidades individuales. La evaluación puede centrarse más en la construcción de bucles de retroalimentación directamente en el proceso de aprendizaje. En el enfoque combinado basado en la *web*, la evaluación se puede administrar fácilmente con más frecuencia, y puede ser continua y acumulativa.

De acuerdo con Hirumi [2002], en el diseño efectivo para el *e-learning*, la clave es la integración de todos los factores que influyen en la interacción. La interactividad es la característica más poderosa de la *Web* hasta la fecha, y como tal merece especial atención al diseñar la instrucción en línea. Los estudiantes deben usar las posibilidades tecnológicas relevantes para interactuar con el contenido, el instructor y los otros estudiantes.

La retroalimentación oportuna es una parte vital del proceso de aprendizaje durante el cual se corrigen los conceptos erróneos. El valor educativo de un programa de *e-learning* está directamente relacionado con el estilo y la calidad de la retroalimentación a los estudiantes. La retroalimentación significativa mejora el rendimiento Driscoll [2002]. Diversos estudios han demostrado que la retroalimentación inmediata conduce a reducciones significativas en el tiempo que tardan los estudiantes en alcanzar el nivel deseado de rendimiento.

Un programa bien diseñado debe proporcionar retroalimentación semántica apropiada que confirme la intención, retroalimentación en puntos apropiados e indicadores de estado apropiados para mostrar a los usuarios el progreso con una operación prolongada. Según Chickering y Gamson [1987], “saber lo que sabes y lo que no sabes enfoca el aprendizaje”, por lo que dar una evaluación y retroalimentación frecuentes sobre el rendimiento es crucial. Proporcionar actividades de autoevaluación para que los estudiantes también puedan tener una visión profunda de su comprensión del tema y medir su progreso.



## Capítulo 5

# Aprendizaje basado en simulación

*“Cuando se captan las ideas, se olvidan las palabras”*

---

*Zhuangzi*

### 5.1 Introducción a los simuladores para el aprendizaje

La simulación se encuentra en la mayoría de los objetos de nuestra vida cotidiana, los cuales son simulados cuidadosamente antes de ser producidos físicamente. La industria en general utiliza modelos de simulación realistas que permiten inventar nuevos productos, analizar los escenarios futuros del mercado o hacer previsiones de riesgo más precisos; la simulación también es un tema recurrente en muchas películas y novelas de ciencia ficción; estas historias son trasladadas también en los videojuegos que reproducen de forma vívida situaciones dentro de mundos imaginarios; En capacitación o formación de recursos humanos no solo los médicos practican con pacientes virtuales, sino también los pilotos adquieren habilidades y resuelven situaciones en escenarios posibles a través de simuladores.

El campo de la investigación científica se basa principalmente en la simulación y la utiliza para casi todos los temas de investigación, por ejemplo, desde el estudio de propagación de enfermedades infecciosas, dinámicas de poblaciones, efectos del cambio climático, dinámica molecular, desarrollo de proteínas, corrientes oceánicas, diseño aerodinámico, las interacciones neuronales de la conciencia o de la inteligencia entre algunas de muchos campos de aplicación de las simulaciones. Es en la ciencia precisamente, el ámbito en donde se lleva al límite tecnológico de la simulación a sus extremos. En general, las simulaciones requieren el uso de algoritmos numéricos avanzados y computadoras paralelas ubicadas en poderosos centros de procesamiento de datos. Además, la simulación no solo está transformando la práctica científica, sino que también está llevando a los científicos y filósofos de la ciencia a reexaminar las relaciones

entre modelos, teorías y experimentos. Según Winsberg [2010], “la última parte del siglo XX ha sido, y es probable que el siglo XXI continúe siendo, la era de la simulación por computadora”.

Uno de los objetivos de la simulación, tanto en la ciencia como en la industria, es el aprendizaje: mediante la simulación de un sistema real o imaginario, se puede comprender mejor su funcionamiento interno y cómo intervenir cuando sea necesario. La formación basada en simulación normalmente tiene como objetivo ayudar a los estudiantes a adquirir habilidades operativas específicas, como en el caso de los pilotos de aeronaves, anesthesiólogos, cirujanos o trabajadores de centrales eléctricas. En el ámbito comercial, las simulaciones de aprendizaje generalmente se emplean a nivel organizacional de una empresa, con el objetivo de mejorar su competitividad general en el mercado.

### 5.1.1 La paradoja de la simulación

De acuerdo con las afirmaciones anteriores, uno podría imaginar fácilmente que la simulación se utiliza como método de enseñanza en la mayor parte de los centros educativos, en conjunto con métodos más tradicionales, como clases y laboratorios. Se podría esperar que su potencial de enseñanza haya sido investigado tanto teórica como experimentalmente para desarrollar pautas de simulación aplicados a diversos contextos educativos. Sin embargo, falta mucho camino que recorrer en los escenarios educativos actuales.

En los últimos años se ha generado un aumento en el uso de simulaciones como herramienta de enseñanza, pero su incursión en los programas escolares sigue siendo bastante escasa. Según el informe del Council et al. [2011] titulado “*Learning science through computer games and simulations*”, existen varias barreras que frenan el desarrollo a gran escala y el uso de juegos y simulaciones para el aprendizaje de las ciencias en la educación. El pobre desarrollo de aplicaciones educativas es paralelo a un retraso en los programas de investigación.

En este mismo informe se afirma que “existe una evidencia moderada de que las simulaciones motivan el interés de los estudiantes en las ciencias y el aprendizaje de las estas” [National Research Council, 2011, pag. 3]. dentro de algunas de las conclusiones del informe se afirmaba que “las muchas deficiencias y lagunas en el grupo de investigación sobre el uso de simulaciones para el aprendizaje hacen que sea difícil recabar evidencia suficiente que pueda demostrar su efectividad”.

Por lo tanto, nos enfrentamos a la paradoja de un método de instrucción que recibe comentarios positivos, incluso entusiastas, pero que carece de impulso para traducirse en una práctica escolar sólida. En este informe se identificó una serie de obstáculos prácticos que deben

superarse, entre algunas de estas se encuentran las necesidades de apoyo profesional de los docentes y las políticas escolares que realmente asignen recursos para la compra de *hardware* y *software*. A pesar de estos problemas que sin duda son importantes, la mayor dificultad se refiere específicamente, factores culturales y conceptuales vinculados a sus características específicas como método de conocimiento y a su rol en las prácticas educativas.

### 5.1.2 ¿Qué es la simulación?

La característica principal de una simulación es la reproducción de un aspecto particular de una realidad observada o posible. Sin embargo, no se trata de una reproducción estática, sino activa, o mejor dicho, “interactiva”. Landriscina [2013] distingue la interactividad “entre imágenes” de la interactividad “con imágenes”.

El primer tipo de interactividad es la hipertextual, en la que el usuario se mueve de una imagen a otra haciendo clic en los enlaces indicados. El segundo tipo de interactividad se basa en la simulación, en la que una imagen oculta su propio modelo subyacente. Específicamente, la imagen cambia en función de la acción que el usuario realiza indirectamente en el modelo al interactuar directamente con la imagen. Por tanto, estas consideraciones conducen a la siguiente definición:

- Una simulación es una representación interactiva del sistema a estudiar, basada en un modelo del sistema.

El objetivo de esta definición es limitar el significado del término simulación a situaciones que se encuentran más fácilmente en contextos científicos y educativos, y combinarlo con los términos modelo y sistema, que aparecen en otras partes del presente y se pueden definir de la siguiente manera:

- Un modelo es una representación simplificada de un sistema real o imaginario.
- Un sistema es una colección de diferentes elementos cuya combinación produce resultados que los elementos no pueden obtener por sí solos.

Estas definiciones nos permiten imaginar una serie de transiciones epistémicas, de una realidad o idea a un sistema, del sistema a un modelo y del modelo a una simulación. Aunque estas entidades son de naturaleza conceptual, durante el proceso de construcción de una simulación, se convierten en artefactos cognitivos, como modelos físicos, archivos de datos, descripciones escritas, representaciones visuales, fórmulas matemáticas, especificaciones formales y programas de computadora. Además, el énfasis de la definición anterior en la naturaleza interactiva de la simulación la distingue de otras formas de representación del conocimiento y se centra en su potencial para crear una relación de interpenetración y sinergia entre una mente humana y una



computadora.

Por ejemplo, cuando un estudiante usa una simulación, los estudiantes no interactúan directamente con un modelo dado, sino exclusivamente a través de la mediación de la interfaz de usuario del programa de simulación, y con el objetivo de obtener una mejor comprensión del sistema modelado (Fig. 5.1).

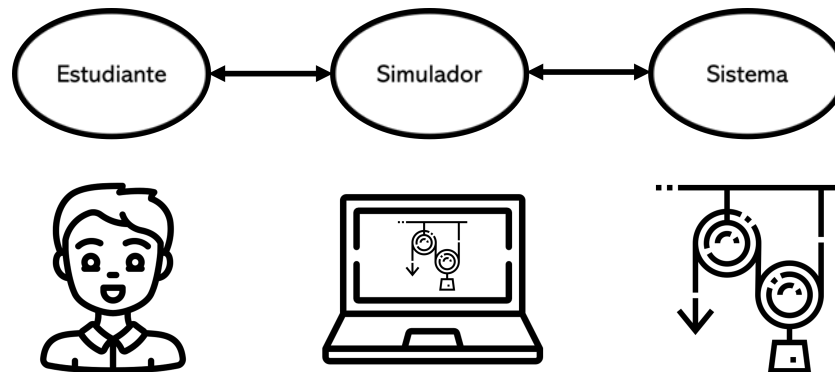


Figura 5.1: Simulación basada en computadora como mediador entre el estudiante y el sistema (adaptado de Landriscina [2013])

Al definir la relación entre simulación y aprendizaje, Franco Landriscina [2013] señala las ventajas de las acciones implementadas en un sistema simulado frente a un sistema real, y específicamente:

- Independencia de las dimensiones espaciales, es decir, la oportunidad de examinar sistemas extremadamente grandes o pequeños y procesos relacionados, que de otro modo serían difíciles o imposibles de analizar.
- Acortar o alargar el tiempo, es decir, poder observar fenómenos del mundo real que requieren períodos de tiempo muy largos en solo unos minutos o que ocurren demasiado rápido para ser observados por el ojo humano.
- Viabilidad de lo imposible, es decir, la oportunidad de realizar acciones que son imposibles en la realidad.
- Seguridad, es decir, poder interactuar de forma segura con sistemas potencialmente peligrosos y realizar acciones que causarían daños considerables en el mundo real.
- Rentabilidad, porque adquirir datos de una simulación cuesta mucho menos que hacerlo de un sistema real.

Por lo tanto, la simulación nos permite practicar sin limitaciones de tiempo o espacio, y por lo tanto, proceder por ensayo y error de manera segura y rentable, verificar hipótesis alternativas

y reflexionar sobre la estructura del sistema en sí. En condiciones adecuadas, este enfoque también puede mejorar los procesos cognitivos que son cruciales para el aprendizaje, como:

- Seleccionar información clave.
- Organizar esta información en una estructura cognitiva.
- Integrar esta nueva información con conocimientos previos.
- Acceder y crear analogías y metáforas apropiadas.
- Generar inferencias.
- Reorganizar las estructuras cognitivas.

De forma general el uso extendido de simuladores, pueden facilitar la construcción de nuevas estructuras cognitivas o la modificación, o incluso la sustitución de las preexistentes, favoreciendo así procesos de aprendizaje complejos.

### 5.1.3 Paradigma de la simulación

Landriscina [2013] define a los paradigmas de simulación como los marcos teóricos que guían las prácticas de modelado de los expertos en simulación. Es decir que guían las decisiones en cuanto a la selección de los fenómenos a modelar, los métodos de modelado, las herramientas de software, los criterios de validación y las formas en que se interpretarán los resultados de la simulación. Dentro de los paradigmas y métodos que con mayor frecuencia se encuentran en los contextos educativos, tenemos:

- Modelado basado en ecuaciones.
- Dinámica molecular.
- Modelado basado en agentes.
- Sistemas dinámicos.
- Modelado y simulación celular.
- Campos de las matemáticas aplicadas.
- Ingeniería de sistemas.

El problema principal se debe a la fragmentación del conocimiento, el hecho de que cada paradigma que acabamos de enlistar tenga sus propios partidarios, los cuales tienden a destacar los beneficios y las fortalezas de los paradigmas elegidos. Hacen que la variedad de fenómenos a modelar no permitan el uso exclusivo de un solo paradigma; tampoco existe un solo método

o herramienta de modelado que sea adecuado para todas las situaciones de instrucción. Generalmente los diversos contextos educativos requieren diferentes enfoques. Por lo tanto, una alternativa útil es la de aplicar y comparar varios enfoques. Al hacerlo, es importante recordar que la elección de un paradigma de simulación no es solo una cuestión técnica: cada paradigma viene con su propio conjunto de suposiciones sobre los tipos de fenómenos que se pueden modelar, las características del modelo requeridas y usos potenciales de simulación en ese contexto.

## 5.2 Modelos mentales

Los modelos mentales son representaciones internas que la gente usa comúnmente para comprender, razonar y predecir eventos en el mundo. De acuerdo con Mulligan [2018], en la obra de Heinrich Rudolf Hertz, “Principios de la mecánica”, se expresa claramente la idea de que nuestros procesos de pensamiento se basan en representaciones internas que nos permiten simular el mundo externo, es decir que nosotros mismos construimos imágenes internas o símbolos de objetos externos, y las realizamos de tal manera que las secuencias de las imágenes que son necesarias en el pensamiento, son siempre imágenes de las acciones de los objetos representados que son necesarias para reconstruir el mundo real. Una vez que hemos logrado encaminar las experiencia previas acumuladas en imágenes, podemos desarrollar rápidamente a partir de ellas modelos, y a partir de esto, simular las consecuencias que ocurrirán en el mundo externo solo durante un período prolongado o como resultado de nuestra propia intervención.

El psicólogo inglés Kenneth Craik sentó las bases de las teorías de modelos mentales en su libro titulado “La naturaleza de la explicación” afirma que la mente desarrolla “modelos de realidad a pequeña escala” con base en la experiencia y utiliza estos modelos para pensar, predecir eventos futuros y proporcionar explicaciones, esto quiere decir que si un individuo tiene la capacidad para construir un modelo “a pequeña escala” de la realidad externa y de sus propias acciones posibles dentro de su cabeza, es capaz de para probar varias alternativas, concluir cuál es la mejor de ellas, reaccionar ante situaciones futuras antes de que surjan, utilizar el conocimiento de eventos pasados para lidiar con el presente y el futuro, esto asegura la capacidad para reaccionar de una manera mucho más completa, más segura, y de manera más competente a las emergencias a las que se enfrenta (Craik citado por Craig et al., 2002). Posteriormente, las ideas de Craik quedaron en desuso durante muchas décadas, una de las causas fue el creciente rechazo del movimiento de la psicología del comportamiento a todas las formas de “mentalismo”.

Años más tarde el concepto de modelos mentales pasó a primer plano, cuando Gentner y Stevens [1983] y Johnson-Laird [1983] publicaron respectivamente dos libros con el mismo título “Modelos mentales” . El primer enfoque se originó en el campo de la inteligencia artificial

y concibió los modelos mentales como estructuras de conocimiento que las personas utilizan para comprender dominios de conocimiento específicos [Gentner y Stevens, 1983]. Los dominios analizados eran sistemas físicos simples o dispositivos artificiales, y los participantes tendían a confiar en “teorías ingenuas” para describirlos y explicarlos. Estas teorías son similares a las científicas, ya que tienen axiomas y reglas, pero son “ingenuas” porque no están formalizadas y en ocasiones son erróneas. Los formalismos de representación del conocimiento utilizados en este enfoque fueron los de la Inteligencia Artificial. El segundo enfoque se centró en modelos mentales vistos como un tipo especial de representación mental que apoya la comprensión del habla y el razonamiento lógico [Johnson-Laird, 1983].

De acuerdo con Johnson-Laird, los modelos mentales son análogos estructurales del mundo: “son analogías porque las relaciones estructurales entre sus elementos corresponden a las relaciones perceptibles entre los elementos de los correspondientes objetos del mundo real”. Este tipo de modelos mentales son representaciones icónicas; es decir, tienen una relación de similitud con la correspondiente situación del mundo real, a diferencia de las representaciones proposicionales, en las que la relación es de naturaleza puramente convencional. Esta relación de similitud tiene una naturaleza espacial, porque la disposición de los elementos en el modelo mental es isomórfica con la de los elementos correspondientes del mundo real. A partir de la relación analógica entre su supuesta estructura y la situación que representan, Johnson-Laird comparan los modelos mentales con modelos de arquitectos, biólogos moleculares y con diagramas científicos. Además, formuló la hipótesis de que los modelos mentales también pueden contener símbolos abstractos que permiten la representación de conectivos proposicionales, como la negación y la disyunción, utilizados en el razonamiento lógico. Según la hipótesis del “código triple” de Johnson-Laird, los modelos mentales son un tipo de representación que difiere tanto de las representaciones proposicionales como de las imágenes mentales.

Es importante señalar que los modelos mentales basados en el conocimiento [Gentner y Stevens, 1983] y la comprensión del habla y el razonamiento lógico [Johnson-Laird, 1983] mencionados anteriormente también difieren en el nivel neuropsicológico. En el primer caso, los modelos mentales se consideran “estructuras en la memoria a largo plazo”, y en el segundo, se piensa que son “representaciones temporales”, es decir, “construidas en el momento” dentro de la memoria de trabajo, para hacer inferencias o resolver problemas.

El concepto de un modelo mental como una estructura cognitiva relativamente estable a veces se superpone con el de “esquema”. Este último concepto en términos de neurología fue introducido por Head [1911] para explicar el control de la postura corporal y los mecanismos de control del movimiento. Definieron el término “esquema corporal” como un “modelo organizado de nosotros mismos”. En psicología, el concepto de esquema juega un papel clave en la psicología

y epistemología de Piaget [2016], quien los consideraba las estructuras mentales que los niños forman para adaptarse a su entorno físico y social. Piaget logró una síntesis de los enfoques neurológico y psicológico, al señalar los fundamentos del lenguaje y del pensamiento abstracto en los esquemas de coordinación ojo-mano de los niños pequeños. Además, propuso que este tipo de adaptación se da a través de los dos procesos complementarios de asimilación y acomodación, que se refieren, respectivamente, a la incorporación de nuevos conocimientos a un esquema previamente existente y a la modificación del propio esquema. Durante las décadas de 1970 y 1980, el concepto de esquema fue popular en muchas teorías de la cognición.

A lo largo de los años, varios autores han utilizado el término “esquema” de diferentes formas y con diferentes propósitos. En su sentido más amplio, el término ahora denota todas las formas de representación del conocimiento complejo, aunque su significado más restringido se refiere a una forma de representación mental que pertenece solo al conocimiento genérico y abstracto. De hecho, las limitaciones del concepto de esquema para representar toda forma de conocimiento llevaron a la introducción de otras estructuras cognitivas, como modelos mentales y teorías ingenuas, para representar aspectos específicos (es decir, no esquemáticos) del conocimiento.

### 5.2.1 Modelos mentales como simulaciones

La analogía de los modelos con los diagramas moleculares a veces da la connotación de que los modelos mentales son estructuras estáticas para ser inspeccionadas visualmente, como ocurre con un modelo físico o una imagen. Sin embargo, un modelo mental puede representar relaciones causales o temporales entre eventos y es capaz de poner esta información a disposición de otros subsistemas cognitivos mediante simulación mental. De hecho, este significado subyace en la idea de modelo mental de Craik. De manera similar, Norman [2014b] notó que “debería ser posible que las personas” ejecuten “sus modelos mentalmente” y afirmó que “los modelos mentales a menudo permiten la simulación mental: la sensación de poder ejecutar un modelo mental internamente, de modo que se pueda observar cómo se comportará y cuál será el resultado del proceso”.

Rumelhart et al. [1986] proporcionó un análisis muy pertinente de la relación entre los modelos mentales y la simulación al describir una visión de los modelos mentales y el pensamiento secuencial basado en el paradigma del “procesamiento distribuido en paralelo” (PDP). En este enfoque, el sistema cognitivo consta de dos tipos de unidades de procesamiento:

1. Un sistema interpretativo, que obtiene información del mundo y produce acción;
2. Un modelo del mundo, que obtiene las acciones producidas por el sistema interpretativo como entrada y predice la forma en que la entrada debería cambiar en consecuencia. (Fig. 5.2).

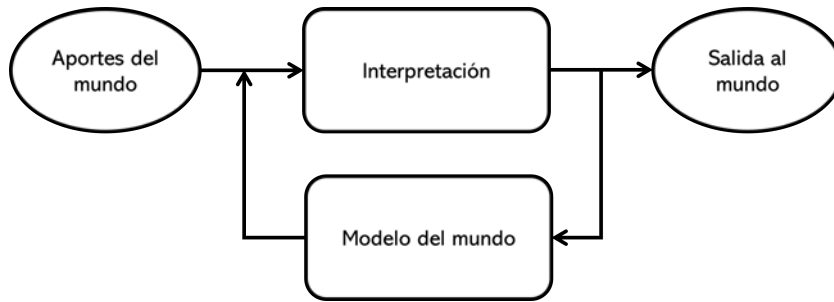


Figura 5.2: Una representación simplificada del modelo PDP de modelos mentales (adaptado de Rumelhart et al. [1986])

Suponiendo que los eventos no sucedieran. Sería posible tomar la salida del modelo mental y reemplazar la entrada de estímulo del mundo con la entrada de nuestro modelo del mundo. En este caso, podríamos esperar que pudiéramos “ejecutar una simulación mental” e imaginar los eventos que tendrían lugar en el mundo cuando realizáramos una acción en particular. Este modelo mental nos permitiría realizar acciones de forma totalmente interna y juzgar las consecuencias de nuestras acciones, interpretarlas y sacar conclusiones basadas en ellas. Como se muestra en la Fig. 5.3, este es un modelo cibernético, porque estructuralmente representa un sistema de control interno, que consta de dos unidades que interactúan a través de un circuito de retroalimentación. Esta caracterización de los modelos mentales subraya el papel de la simulación mental y su valor adaptativo desde una perspectiva evolutiva. De acuerdo con la

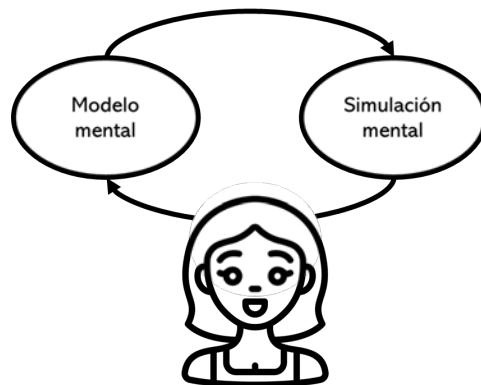


Figura 5.3: La interacción entre el modelo y la simulación mentales (adaptado de Rumelhart et al. [1986])

evidencia se puede concluir que la simulación mental es una estrategia disponible para que los humanos razonen sobre sistemas mecánicos. Cabe que señalar que una diferencia clave entre la imaginación visual y la simulación mental, es que la imaginación visual se basa en la inspección holística de una imagen mental del sistema en movimiento, y que la simulación mental se basa en un proceso inverso en:

- La simulación fragmentada de los eventos.

- Alguna información, tanto visual como de otro tipo (por ejemplo, fuerza o densidad).
- La representación de las acciones motoras asociadas.

Sin embargo, también es importante señalar los hallazgos de que los participantes que conocen las reglas verbales para inferir un movimiento se basan en estas más que en la simulación, para resolver el problema más rápidamente. La figura 5.2 resume la interacción entre el modelo y la simulación mentales de acuerdo con estas ideas.

### 5.2.2 La cognición en la simulación

La idea de que muchas habilidades cognitivas diferentes dependen del mecanismo básico de simulación se ha desarrollado en otras áreas de la ciencia cognitiva, particularmente en las teorías de la “cognición incorporada” [Gibbs Jr. y Matlock, 2008] y la “cognición fundamentada” [Barsalou, 2008]. La idea central de la visión incorporada es que la cognición surge de la interacción del cerebro con el cuerpo y con el resto del mundo. En otras palabras, la interacción del cuerpo dentro del espacio social y físico del mundo configuran la naturaleza misma de nuestros procesos cognitivos y por tanto, las formas en que percibimos y concebimos el mundo. Esta visión encarnada va en contra de la postura neocartesiana, que se basa en una separación ontológica entre mente y cuerpo, señala Franco Landriscina [2013]. Esta última visión se refleja en la separación entre estados mentales y sustrato físico en la filosofía funcionalista de la mente, entre los niveles algorítmico y de implementación en la inteligencia artificial, y entre los procesos cognitivos y sensoriomotores en psicología.

Barsalou [2008] resumió una gran cantidad de investigaciones que respaldan la existencia de representaciones modales y simulaciones en todos los aspectos de la cognición, por ejemplo, en percepción y acción, memoria, conocimiento y elaboración conceptual, comprensión del lenguaje, razonamiento, cognición social y psicología del desarrollo. Todas estas diferentes ramas de la investigación son críticas para la visión tradicional de la ciencia cognitiva, que se basa en la lógica formal y la informática. En este último enfoque, la cognición humana se considera el resultado de un “sistema de símbolos físicos”, es decir, un conjunto de estructuras de símbolos manipuladas por procesos para producir otras estructuras de símbolos. Específicamente, una estructura de símbolo se compone de un cierto número de instancias fijas y de procesos que actúan sobre las estructuras de símbolo en concierto con reglas sintácticas, similares a las de un lenguaje formal.

La cognición incorporada difiere de la ciencia cognitiva clásica en el tema de la naturaleza de las representaciones mentales y de los procesos que operan sobre ellas. En particular, los símbolos no son vistos como entidades fijas para ser manipuladas a partir de reglas formales, sino como elementos de actividad neuronal que están acoplados analógicamente con estados

perceptivos y motores. De acuerdo con la “hipótesis dinámica” [Van Gelder, 1998], los procesos cognitivos se describe mejor no en el lenguaje de los sistemas formales, sino en el lenguaje de la teoría de sistemas dinámicos, es decir, como “un conjunto de variables cuantitativas que cambian continua, concurrente e interdependientemente, durante el tiempo cuantitativo de acuerdo con las leyes dinámicas descritas por algún conjunto de ecuaciones” [Landriscina, 2013].

Otra diferencia con la ciencia cognitiva tradicional se refiere a la semántica de las representaciones mentales. En el enfoque tradicional, el significado de un símbolo tiene una naturaleza convencional, como ocurre con las palabras de un idioma o con las secuencias de ceros y unos del código binario de una computadora. Los símbolos deben basarse de alguna manera en relaciones directas con sus referentes externos, y la cuestión de especificar la naturaleza de esta relación se ha denominado el “problema de la base del símbolo”. Estas ideas se desarrollaron aún más en la teoría de la cognición incorporada, que establece que un símbolo adquiere significado a través de la percepción y la acción, es decir, a través del emparejamiento causal con objetos externos o características ambientales.

Barsalou [2008] examinó la idea de simulación mental como una solución para la base de representaciones mentales conceptuales y abstractas. En su enfoque de “cognición fundamentada”, la simulación se considera una forma fundamental de computación en el cerebro, y se cree que esta capacidad de simulación es la base de muchas habilidades cognitivas como la percepción, la memoria, el lenguaje y la resolución de problemas. En la definición de Barsalou [ibid.]: “La simulación es la recreación de estados perceptivos, motores e introspectivos adquiridos durante la experiencia con el mundo, el cuerpo y la mente”. En la base de la cognición hay “símbolos de percepción”, es decir, subconjuntos de estados de percepción extraídos de los estados mencionados anteriormente para servir como símbolos y apoyar el funcionamiento cognitivo superior. Estos símbolos se denominan “modales” porque conservan la información específica de la modalidad de los estados perceptuales de los que derivan, a diferencia de los símbolos “amodales” de las teorías computacionales, que son transducciones arbitrarias de estados perceptuales.

Barsalou [2008] explica cómo funciona la simulación mental como por ejemplo la acción de sentarse (que genera las introspecciones de comodidad y relajación); Más tarde, cuando se necesita conocimiento para representar una categoría (p. Ej., Silla), las representaciones multimodales capturadas durante las experiencias con sus instancias se reactivan para simular cómo el cerebro representó la percepción, la acción y la introspección asociadas con ella. Barsalou [ibid.] también sugirió la posible arquitectura neuronal de estos procesos: durante la fase de almacenamiento, las áreas asociativas superiores en los lóbulos temporal, parietal y frontal capturan los patrones de activación sensoriales, motores e introspectivos específicos de la modalidad, y los integran



en una estructura de representación mental multimodal. En la fase de simulación, las mismas neuronas asociativas reactivan los patrones originales, lo que permite que comience la simulación.

Sin embargo, es importante señalar que las simulaciones:

- Nunca recrean completamente la experiencia original, sino que siempre son recreaciones parciales y, por lo tanto, pueden contener sesgos y errores.

Barsalou [2008] propuso un mecanismo de “simulador”, esencialmente como un sistema multimodal distribuido, para explicar cómo las simulaciones pueden representar no solo instancias individuales, sino también categorías. En este punto de vista, un “simulador” se forma después de varias experiencias con instancias individuales de una categoría, y corresponde a los conceptos o tipos de teorías cognitivas tradicionales. Landriscina [2013], destaca la importancia de que una vez que se forma un simulador, puede reactivar sus subconjuntos de símbolos perceptivos como simulaciones específicas y puede crear un número infinito de simulaciones dependiendo de la situación. De manera que es el contexto el que determina qué simulación se activará; los simuladores de conceptos abstractos se forman de la misma manera, pero tienden a capturar aún más simulaciones multimodales de eventos extendidos en el tiempo y sus correspondientes estados introspectivos.

### 5.3 Teoría general de modelos

Teniendo en cuenta el enfoque general de la cibernética en los modelos, no debería sorprender que una teoría general de los modelos surgiera de esta disciplina en la década de 1970. Esta teoría fue formulada por Herbert Stachowiak, un filósofo y matemático alemán con experiencia en cibernética. En 1973, Stachowiak publicó un libro en alemán titulado “*Allgemeine Modelltheorie*” (teoría general de modelos), que presenta una concepción del conocimiento y la acción basada en modelos. Esta concepción, llamada “neopragmatismo sistemático”, se basó en la pragmática y semiótica de Peirce [2014], en la cibernética y en una visión estructuralista de las teorías científicas. Según esta concepción, un modelo es una reproducción limitada de la realidad, caracterizada por al menos tres características:

1. Representación: Los modelos son siempre “modelos de algo”, es decir, imágenes, representaciones de originales naturales o artificiales, que a su vez pueden ser modelos de otra cosa.
2. Reducción: Por lo general, los modelos no capturan todos los atributos del original, sino solo los que los creadores y usuarios del modelo consideran importantes.
3. Pragmatismo: Los modelos no son copias de sus originales. Tienen una función de sustitución para (a) individuos específicos que deben comprender y/o actuar utilizando el

modelo, durante (b) intervalos de tiempo específicos y (c) dentro de las limitaciones de operaciones reales o ideales específicas.

Stachowiak [1973] escribió que “los modelos” no son simplemente modelos de algo; también son modelos para alguien, un usuario humano o artificial. Desempeñan su papel en el tiempo, es decir, durante un intervalo de tiempo. Y finalmente, son modelos para un propósito particular. Una definición completamente pragmática del concepto de modelo no tiene que considerar solo la cosa representada por él, sino también para quién, cuándo y para qué se ha construido el modelo, en relación con su función específica.

Un modelo siempre debe entenderse respondiendo las cuatro preguntas que componen el “esquema de cuatro preguntas” de los modelos de Stachowiak [1973] (Tabla 5.1).

<b>Modelo</b>	
¿De qué?	¿Para quién?
¿Para qué?	¿Cuándo?

Tabla 5.1: El esquema de cuatro preguntas de los modelos [Stachowiak, 1973]

Stachowiak [1973] representó la relación original-modelo usando una relación de homomorfismo, que caracterizó de manera muy pragmática, de la siguiente manera:

1. La relación concierne solo a un subconjunto de los atributos del original, es decir, el que está en el área discontinua, y los atributos fuera de esta área se ignoran.
2. El modelo presenta atributos superfluos no incluidos en la relación, pero introducidos para hacer que el modelo funcione.
3. La decisión sobre qué atributos deben considerarse depende de los objetivos de una persona específica en un intervalo de tiempo determinado.

Una consecuencia importante de estas ideas es que, para comprender un modelo, también debemos conocer el contexto en el que fue creado. Además, incluso el original es relativo, ya que todas las cosas que se pueden modelar pueden usarse como originales para algún proceso de modelado, no solo como una “parte de la realidad”, sino también en otro modelo o sistema, objeto o entidad que aún no existe, pero se puede crear en el futuro.

Según el filósofo austríaco Gelbmann [2002], la *Allgemeine Modelltheorie* de Stachowiak también implica una visión correspondiente del concepto de teoría sin enunciados. Gelbmann [ibid.] define una teoría como un quintuplo:

$$Th = O; M; k; t; Z$$

Donde  $O$  y  $M$  son clases de atributos, respectivamente del original y del modelo;  $k$  indica el sujeto que define el modelo;  $t$  un momento o intervalo de tiempo particular; y  $Z$  representa los intereses, propósitos, objetivos, valores de calibración que debe tener en cuenta la teoría. Así,  $Z$  tiene el papel de un criterio pragmático de selección para los atributos de  $M$ , considerados cruciales para la descripción de  $O$ . Además, cada modelo es, por su propia naturaleza, incompleto y temporal; así, en la ciencia con frecuencia asistimos a una progresión de modelos, que a su vez conducen a cambios en la teoría misma.

En la concepción de Stachowiak, los modelos se clasifican en:

- Modelos físicos (o externos), que son de naturaleza física.
- Modelos semánticos (o internos), que son modelos mentales.

La taxonomía articulada de modelos de Stachowiak no incluye solo modelos físicos sino también modelos visuales, lingüísticos y electrónicos (el último tipo incluye los analógicos o digitales).

## 5.4 De los modelos a la simulación

Un aspecto fundamental de la simulación es la presencia de un modelo ya sea de un sistema real o imaginario. En primer lugar, los modelos y la representación del sistema deben coincidir. Después se debe ejecutar un modelo de simulación para que el fenómeno que se está examinando sea visible. Específicamente, debe producir un proceso que debe evolucionar de manera autónoma, de un estado inicial a un estado final, como si tuviera vida propia. Por tanto, un modelo de simulación es:

1. Una estructura para producir un comportamiento.

Posteriormente, los usuarios de la simulación deberían poder interpretar este proceso como la representación del comportamiento de un sistema real o imaginario, ya que “una simulación imita un proceso por otro proceso”. El comportamiento mostrado en la simulación debe:

2. Reproducir algunos aspectos de la evolución temporal de un sistema.

Por último, este proceso no debe considerarse definitivo, pero los usuarios deben poder modificarlo cambiando las condiciones iniciales de la simulación u otras características. Por tanto, un modelo puede:

3. Crear una variedad de comportamientos en función de las decisiones de los usuarios.

Estas tres propiedades permiten que un modelo se convierta en un objeto que se puede explorar y manipular de muchas formas diferentes; también puede producir comportamientos que no se pueden predecir simplemente examinando su estructura. El proceso de simulación se desarrolla

en una secuencia de estados de un sistema físico que es el “vehículo” de la simulación, y este puede ser:

- Un modelo físico (simulación física).
- Una computadora analógica (simulación analógica).
- Una computadora (simulación basada en computadora).

La hipótesis que subyace a una simulación física es que las causas que actúan en el modelo son del mismo tipo que las que actúan en el sistema real.

Las simulaciones más conocidas hoy en día son las digitales, que permiten la simulación de cualquier tipo de sistema, independientemente de su naturaleza física y del fenómeno estudiado. El modelo subyacente a estas simulaciones es un modelo computacional, que puede definirse como:

- Un algoritmo creado para reproducir algunas características de comportamiento de un sistema en un programa de computadora.

Un modelo computacional no es solo la traducción de un modelo matemático a un lenguaje informático, sino que implica una serie de ajustes y cambios, que dependen del algoritmo y de la arquitectura de hardware y software de la computadora que ejecutará el programa. Sin embargo, es importante distinguir entre simulación y otros usos científicos para computadoras que no requieren la construcción de un modelo, por ejemplo:

- La manipulación de expresiones matemáticas en forma simbólica versus numérica.
- La demostración automática o semiautomática de teoremas.
- La visualización de datos científicos.

Los elementos esenciales de un modelo computacional son variables, constantes y parámetros, que están interconectados por relaciones en forma de ecuaciones o reglas.

Una variable es un símbolo que representa un aspecto relevante del sistema estudiado, cuyo valor puede cambiar durante la ejecución de una simulación. De forma inversa una constante representa una cantidad que no cambia. Un parámetro es una cantidad que se utiliza para definir una relación entre variables.

Por ejemplo, el modelo depredador-presa de Lokta-Volterra (que se muestra en la figura 5.4) se define mediante un sistema que incluye las siguientes 2 ecuaciones diferenciales ordinarias:

$$\frac{dP}{dt} = r_1P - a_1PD \text{ ecuación para la población de presas}$$

$$\frac{dD}{dt} = a_2PD - r_2D \text{ ecuación para la población de depredadores}$$

Dónde  $D$  es el número de depredadores,  $P$  es el número de presas y los parámetros son constantes positivas que representan:

$r_1$  : Tasa de crecimiento de las presas.

$a_1$  : Éxito en la casa del depredador que afecta a la presa.

$r_2$  : Tasas de crecimiento de los depredadores.

$a_2$  : Éxito en la caza, que afecta al depredador.

Los parámetros se mantienen constantes durante una ejecución de simulación, pero se pueden variar de una ejecución a otra para explorar el comportamiento del modelo. Hay tres tipos de variables:

- *Variables de estado*, que definen el estado del sistema en un momento dado;
- *Variables de entrada*, que reflejan la acción de elementos externos que influyen en el comportamiento del sistema estudiado y que son modificables por el usuario;
- *Variables de salida*, que proporcionan información sobre el comportamiento del modelo.

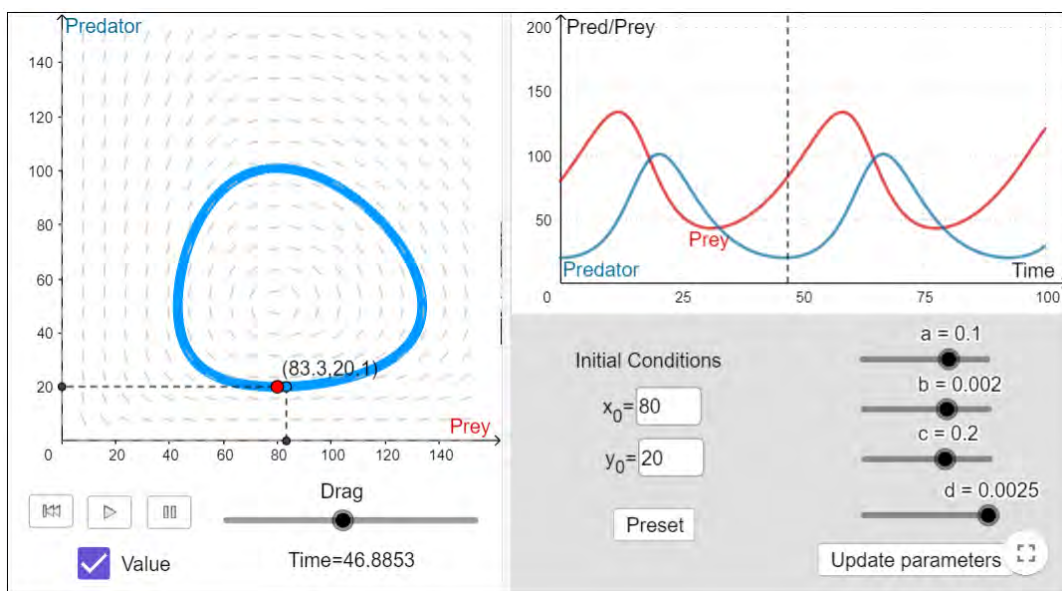


Figura 5.4: Modelo Lotka-Volterra

La variable “*tiempo*”, generalmente indicada por el símbolo  $t$ , es una variable particular: Aunque muchas otras variables dependen de él, no depende de ninguna otra variable. La dependencia temporal de una variable  $x$  se puede indicar mediante la función  $x(t)$ , cuyo dominio es el

conjunto de valores  $t$  para los que existen valores  $x$  correspondientes. Este dominio generalmente coincide con el intervalo de observación del sistema. En una computadora, la información está representada por valores discretos y en una “memoria de dimensión finita”. Por tanto, una variable continua debe estar representada por un número finito de dígitos. Debido a las mismas limitaciones, una función continua se puede representar digitalmente solo por su valor en un número finito de puntos de su dominio.

Por lo tanto, se producen errores de aproximación y se pueden reducir. El estudio de algoritmos mediante aproximación numérica para problemas de análisis matemático es objeto de análisis numérico, campo de las matemáticas que también da lugar a los métodos de solución numérica utilizados en la simulación.

Las ecuaciones que se utilizan para describir el comportamiento de un sistema a lo largo del tiempo son ecuaciones diferenciales, es decir, ecuaciones en las que la incógnita es función de una variable (ecuaciones diferenciales ordinarias) o de varias variables (ecuaciones diferenciales parciales), que relaciona los valores de la propia función y sus derivadas de varios órdenes. La mayoría de las ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales y las ecuaciones diferenciales parciales no se pueden resolver analíticamente, esto quiere decir, mediante una serie de operaciones conocidas, sino solo numéricamente. Esto implica que deben transformarse en “ecuaciones en diferencias finitas” y que sus soluciones deben calcularse mediante métodos de análisis numérico. El uso de estos métodos requiere la elección de un algoritmo apropiado y la determinación de su validez para la ecuación actual.

Un algoritmo numérico apropiado debería ser:

- Estable, es decir, no debería amplificar los errores que están necesariamente presentes en la representación de datos y en el cálculo.
- Eficiente, una computadora debería poder ofrecer la solución en un plazo aceptable.
- Precisa, la solución calculada no debe diferir demasiado de la exacta.

Los criterios de eficiencia y precisión no siempre pueden satisfacerse al mismo tiempo, y en simulaciones más complejas, en ocasiones se prefiere el primero al segundo.

Uno de los aspectos más importantes de un algoritmo numérico es el modelado del progreso del tiempo. El tiempo continuo debe dividirse en intervalos de tiempo discretos. Cuanto más pequeños sean los pasos, mejor será la aproximación. Sin embargo, los intervalos de tiempo muy pequeños pueden ralentizar la ejecución del algoritmo, porque requieren relativamente más cálculos por unidad de tiempo y, por lo tanto, tienen un mayor costo computacional. Además, en la resolución numérica de algunas ecuaciones diferenciales, los pasos de tiempo demasiado

pequeños pueden provocar errores que aumentan de forma descontrolada.

Por lo tanto, los resultados de una simulación numérica deben ser estudiados cuidadosamente, para verificar que se correspondan con el funcionamiento del sistema en estudio y que no se produzcan efectos no deseados debido al algoritmo elegido.

Un aspecto importante de un modelo computacional es la medida en que considera la incertidumbre y la variabilidad. Podemos distinguir dos tipos de modelos en este sentido:

- Modelo determinístico, en el que una determinada entrada siempre produce la misma salida.
- Modelo estocástico, que acepta variables de entrada aleatorias que conducen a salidas aleatorias.

La principal diferencia entre estos dos tipos de modelos consiste en el hecho de que en un modelo de simulación determinista, la misma situación inicial siempre conduce al mismo resultado, mientras que los resultados de una simulación estocástica son en sí mismos estocásticos, y por lo tanto, pueden variar mucho de una simulación a otra. Para estudiar el comportamiento de un modelo estocástico, es necesario ejecutar un cierto número de simulaciones y utilizar técnicas estadísticas adecuadas para analizar los resultados.

### 5.4.1 Modelado y simulación

El proceso de modelado y simulación se puede describir con diversos detalles, según el contexto y el proyecto de simulación. Aldrich [2003] y Ifenthaler [2014] proporcionan una descripción general de los pasos esenciales involucrados en la realización de un estudio de modelado y simulación en el contexto de la ingeniería de sistemas (que se muestra aquí en la figura 5.5). En la secciones siguientes se explicará cuántos de estos pasos deben tenerse en cuenta al construir una simulación instruccional.

De manera simplificada solo los elementos más destacados: (1) la descripción del proyecto (2) el modelo conceptual (3) el modelo computacional y (4) el programa de simulación.

#### 5.4.1.1 Descripción del proyecto

La descripción del proyecto es un documento que utiliza un lenguaje relativamente informal para describir los objetivos del proyecto, el sistema que se modelará y, si están disponibles, datos reales para usar como referencia en la validación del modelo. La claridad del propósito es esencial aquí, ya que la descripción del proyecto debe ilustrar no solo lo que debe representar el modelo, sino también para quién, cuándo y con qué propósito, como se sugiere en el “esquema de cuatro preguntas” de Stachowiak .

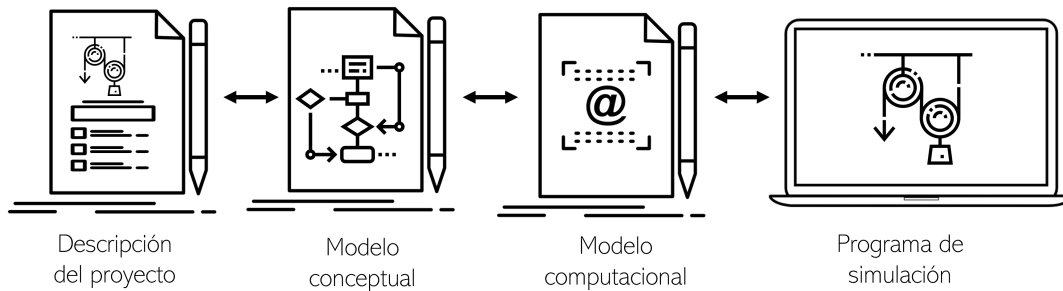


Figura 5.5: Principales resultados de un proceso de modelado y simulación (adaptado de Ifenthaler [2014])

#### 5.4.1.2 Modelo conceptual

Las hipótesis subyacentes a la simulación se especifican en el modelo conceptual, que Robinson (citado por Ifenthaler [2014]) define como: “una descripción no específica del software del modelo de simulación que se va a desarrollar, describiendo los objetivos, entrada, salida, contenido, supuestos y simplificaciones del modelo”. El desarrollo del modelo conceptual depende de nuestra cantidad de conocimiento del sistema estudiado. En algunos casos, se puede utilizar un modelo matemático preexistente que permite la representación del sistema a través de una ecuación o un sistema de ecuaciones. En otros casos, es necesario describir la estructura del sistema de la forma más realista posible y utilizar ecuaciones o reglas específicas para modelar las interrelaciones entre sus elementos. El modelo conceptual de acuerdo con Landriscina [2013], puede ser una colección de modelos parciales, cada uno de los cuales captura algún aspecto específico del sistema y que puede materializarse en artefactos cognitivos, como descripciones, imágenes, diagramas, mapas, gráficos, ecuaciones o reglas.

La definición del modelo conceptual también puede conducir a una mejor especificación de los objetivos del proyecto, incluida la posibilidad de que un método de investigación que no sea la simulación sea más apropiado para lograr estos objetivos.

#### 5.4.1.3 Modelo computacional

Las hipótesis e indicaciones que arroja el modelo conceptual, a al mismo tiempo conforman el input del modelo computacional. El desarrollo del modelo computacional puede implicar un refinamiento o una revisión del modelo conceptual. Ifenthaler [2014] señala lo que enfatizó Robinson:

“Debido a que los procesos en un estudio de simulación se realizan de manera iterativa, existe una interacción entre el modelo de computadora, tal como se está codificando, y el modelo conceptual, con ajustes constantes en ambos”. Es posible que se requiera una gran cantidad de iteraciones antes de que se pueda considerar que el modelo computacional representa



satisfactoriamente el conceptual.

#### 5.4.1.4 Programa de simulación

Por sí solo, un modelo computacional no puede proporcionar los mecanismos de interacción que los usuarios de simulación requieren para explorar el comportamiento del modelo, comprobar la hipótesis y analizar los resultados. Estos mecanismos son proporcionados por los componentes funcionales del software, que permiten al usuario visualizar los procesos simulados, la entrada de decisiones, el análisis de datos, la creación de informes y la optimización de parámetros. Juntos, el modelo computacional y estos componentes funcionales conforman el programa de simulación: el instrumento que permite a los usuarios realizar experimentos numéricos (Fig. 5.6). El programa de simulación también permite la verificación y validación de la precisión del

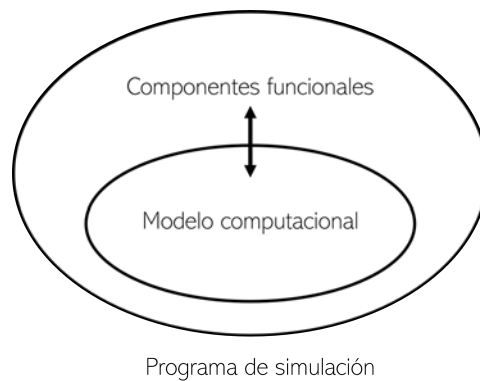


Figura 5.6: Los componentes de un programa de simulación (adaptado de Landriscina [2013])

modelo computacional. La verificación es el proceso de asegurar que el modelo computacional sea consistente con las especificaciones del modelo conceptual, y la validación es el proceso de asegurar que el modelo computacional sea consistente con los objetivos del proyecto. Como sugiere Balci [1998], los procesos de verificación y validación responden a las siguientes preguntas, respectivamente:

- ¿Construimos el modelo correctamente?
- ¿Construimos el modelo correcto?

Las actividades de verificación típicas son buscar errores de programación y verificar que el algoritmo numérico no produzca un grado de error mayor al esperado. Las actividades típicas del proceso de validación son someter los resultados de la simulación al juicio de expertos en el dominio y comparar el comportamiento simulado con el del sistema real. Una de las técnicas más comunes que se utilizan para validar un modelo es la de optimización de parámetros. Específicamente, los parámetros se varían continuamente para explorar los comportamientos del modelo correspondiente de la manera más amplia posible (un proceso llamado “exploración del

espacio de parámetros”), para acercarlos lo más posible a los observados o deseados. El objetivo final de la verificación y validación es garantizar la credibilidad del programa de simulación en términos de los objetivos del proyecto.

### 5.4.2 Comparativo de distintos paradigmas de modelado y simulación

A lo largo de los años, se han desarrollado muchos métodos de simulación, cada uno con su estrategia de modelado particular y con sus correspondientes entornos de software de modelado y simulación. Algunos de estos métodos pueden considerarse paradigmas en sí mismos, porque difieren no solo desde una perspectiva técnica, sino también en términos de sus supuestos subyacentes sobre el objeto a modelar, cómo debe modelarse y cómo interpretar la simulación. resultados. Un paradigma de modelado y simulación se caracteriza por el tipo de elementos y relaciones que se utilizan en el modelo conceptual de la simulación (Tabla 5.2).

En muchas situaciones, la naturaleza de un sistema estudiado puede conducir naturalmente a la selección de una estrategia de modelado específica. La elección puede basarse en una teoría de referencia existente o en alguna característica específica del sistema. Por ejemplo, mientras que el estudio del movimiento de un cuerpo se describe comúnmente utilizando los métodos mecánicos de Newton, estudiar el movimiento turbulento de un fluido requiere ecuaciones de Navier-Stokes. Sin embargo, la cuestión de la selección del paradigma de simulación puede volverse más compleja en situaciones que permitan modelar un sistema de diferentes maneras.

El uso de un paradigma debe partir de la comprensión de sus fundamentos conceptuales, limitaciones y relaciones con otros paradigmas. A pesar de sus diferencias de perspectiva, es mejor considerar que los paradigmas de simulación son complementarios, porque son formas diferentes de representar una faceta dada de la realidad, ya sea que se esté examinando un líquido, un ecosistema, la propagación de una enfermedad entre una población o una red reguladora genética. De hecho, solo comparando e integrando diferentes paradigmas de simulación podemos lograr una mejor comprensión de la realidad y nuestra relación con ella.

Landriscina [2013] propone una taxonomía de posibles estrategias de modelado para representar un sistema, como marco para comprender las diferencias conceptuales entre los diversos paradigmas de modelado y simulación. Desde un punto de vista general, señala que el objetivo de estas estrategias es ayudar al modelador a responder dos preguntas clave:

- 1 ¿De qué está hecho el sistema?
- 2 ¿Cómo funciona el sistema?

Las respuestas consisten respectivamente en la descripción de (a) la composición y estructura del sistema y (b) la forma en que cambia. Las estrategias más utilizadas se pueden clasificar en términos de su composición y estructura, un sistema se puede representar por:

<b>Paradigma</b>	<b>Elementos</b>	<b>Relaciones</b>
Modelización basada en ecuaciones	VARIABLES DE ESTADO	Ecuaciones diferenciales
Dinámica molecular	Partículas	Fuerzas intermoleculares
Modelado basado en agentes	Los agentes y su entorno	Reglas locales de interacción
Dinámica de sistemas	Acciones y flujos	Bucles de retroalimentación
Modelado celular y simulación celular	Componentes celulares y módulos	Relaciones estructura/función

Tabla 5.2: Paradigmas de modelización y simulación científica [Landriscina, 2013]

1. Una colección de elementos homogéneos.
2. Una sustancia continua (es decir, una sustancia que llena completamente el espacio que ocupa y que es deformable).
3. Una colección de elementos heterogéneos.
4. Una entidad formada por componentes que realizan diferentes funciones.

Estas descripciones no representan necesariamente propiedades del sistema “real”, sino que son simplemente formas en las que el sistema se concibe con fines de modelado. Corresponden a modelos conceptuales, pero más generalmente a modelos de un tipo más fundamental que los involucrados en el modelado de un sistema específico, ya que son de naturaleza ontológica. Estas descripciones son en realidad esquemas cognitivos, que son similares a las metáforas conceptuales y los esquemas de imágenes estudiados en lingüística cognitiva.

Una vez que se ha decidido “en qué” consiste el sistema, se debe de encontrar una manera de representar y explicar cómo cambia con el tiempo. En la mayoría de los enfoques de modelado basados en ecuaciones se fundamentan en el supuesto de que estudiar el comportamiento de un número limitado de variables globales equivale a estudiar el comportamiento de cada elemento. Este supuesto se denomina hipótesis de agregación (o principio de agregación). En los casos que no permitan la aplicación de las hipótesis de agregación, se puede emplear las estrategias de representación directa, que significa modelar el comportamiento de cada elemento del sistema, o explicaciones mecanicistas, que implica modelar el comportamiento del sistema en términos de las funciones realizadas por sus componentes.

Las formas en que este esquema se puede aplicar a los distintos paradigmas de simulación se describen a continuación.

<b>Estrategias de modelado</b>	
¿Qué?	Una colección de elementos homogéneos. Una sustancia continua. Una colección de elementos heterogéneos. Una entidad formada por componentes que realizan diferentes funciones.
¿Cómo?	La agregación, es decir, la incorporación de diferentes elementos del sistema en una o varias variables globales; Representación directa, es decir, modelización del comportamiento de cada elemento del sistema; Explicación mecanicista, es decir, modelar el comportamiento del sistema en términos de las funciones que realizan sus componentes.

Tabla 5.3: Estrategias para modelar la evolución de un sistema [Landriscina, 2013]

- **Modelado de sistemas dinámicos:** En este método de modelado, el sistema se representa como una colección de elementos homogéneos; por ejemplo, en la mecánica clásica, un cuerpo se representa mediante una masa puntual o un conjunto de masas puntuales. En el estudio de los sistemas dinámicos, el enfoque de la mecánica clásica se ha extendido a cualquier variable relacionada con el tiempo sobre la base del principio de agregación. Este enfoque permite representar un sistema por un punto en el espacio de fase y su evolución, por una órbita en el mismo espacio;
- **Modelado de física continua:** El sistema se representa como una sustancia continua. El cambio de sistema se estudia desde una perspectiva agregada, con variables macroscópicas que se derivan conceptualmente de los efectos de elementos microscópicos y ecuaciones que conectan estas variables;
- **Modelos compartimentales:** Los elementos (por ejemplo, especies moleculares, personas) en un compartimento dado se representan como homogéneos (por ejemplo, en el mismo estado) y perfectamente mezclados; por tanto, su comportamiento colectivo puede representarse mediante variables agregadas. La evolución del sistema se describe mediante un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias, con el tiempo como variable independiente. Los efectos estocásticos se modelan como valores promedio;
- **Dinámica molecular:** El sistema se representa como una colección de una gran cantidad de elementos homogéneos (por ejemplo, partículas), que siguen las mismas reglas. La evolución del sistema se representa simulando directamente el movimiento de cada elemento y midiendo los valores de las variables macroscópicas mediante técnicas de mecánica estadística;

- **Modelado basado en agentes:** El rasgo distintivo del paradigma de modelado basado en agentes es su capacidad para representar directamente un sistema como compuesto por muchos elementos individuales heterogéneos, es decir, elementos que no obedecen necesariamente a las mismas reglas o leyes; se trata, por tanto, de sistemas a los que no se aplican las hipótesis de homogeneidad y mezcla perfecta;
- **Sistemas dinámicos:** El sistema se representa como una entidad formada por componentes, es decir, existencias y flujos organizados en una estructura causal. Estos componentes representan variables agregadas con relaciones representadas por ciclos de retroalimentación.  
Los efectos estocásticos se representan mediante valores medios y por lo general, los efectos espaciales no se modelan. Este enfoque presenta algunas analogías interesantes con la física de lo continuo, ya que el valor de un stock se basa en la metáfora del nivel de un líquido en un contenedor, y los flujos entrantes y salientes se modelan mediante ecuaciones similares a las utilizadas en el estudio de fenómenos de transporte;
- **Modelado y simulación celular:** El sistema se representa como una entidad formada por componentes funcionalmente especializados y organizados jerárquicamente (por ejemplo, componentes moleculares, módulos y sistemas). Representar la complejidad del sistema requiere diagramas similares a los de los circuitos electrónicos o de control. La relación estructura/comportamiento se describen mediante ecuaciones diferenciales ordinarias u otros métodos matemáticos.

## 5.5 Uso de los simuladores en la educación

Una simulación por computadora es un tipo de entorno basado en computadora que es muy adecuado para el aprendizaje por descubrimiento, la tarea principal del alumno es inferir, a través de la experimentación, las características del modelo subyacente a la simulación proporcionan modelos teóricos o simplificados de procesos y fenómenos de la vida real.

El aprendizaje con simulaciones está estrechamente relacionado con una forma específica de aprendizaje constructivista, por ejemplo, el aprendizaje por descubrimiento científico, que fundamenta sus principios en la psicología Gestalt y en el trabajo de Bruner [1961]. El campo de estudio del aprendizaje por descubrimiento se ha alejado, en las últimas décadas, del descubrimiento de conceptos hacia lo que se ha llamado “aprendizaje por descubrimiento científico” [Reimann, 1991].

Las teorías sobre el aprendizaje del descubrimiento científico generalmente se basan en teorías del descubrimiento científico. Rivers y Vockell [1987] describen un ciclo de planeación

(diseño del experimento), ejecución (se llevan a cabo experimentos y recopilan datos) y evaluación (se analizan datos y desarrollan hipótesis). Friedler, Nachmias y Linn [1990] señalan que el razonamiento científico comprende las habilidades para “(a) definir un problema científico; b) formular una hipótesis; c) diseñar un experimento; (d) observar, recopilar, analizar e interpretar datos; e) aplicar los resultados; y f) hacer predicciones sobre la base de los resultados”.

Un segundo grupo de teorías sobre el aprendizaje por descubrimiento científico encuentra su inspiración en el trabajo de Qin y Simon [1990]. Una contribución importante en este campo es la teoría del “descubrimiento científico como búsqueda dual” (SDDS, por sus siglas en inglés) de Klahr y Dunbar [1988] que toma dos espacios como conceptos centrales: espacio de hipótesis y espacio de experimento. En la teoría SDDS, el espacio de hipótesis es un espacio de búsqueda que consiste en todas las reglas que posiblemente describen los fenómenos que se pueden observar dentro de un dominio. El espacio de experimento consiste en experimentos que se pueden realizar con el dominio y los resultados de estos experimentos. Aunque el primer énfasis en la teoría SDDS está en la estructura de los espacios de búsqueda.

Otra forma específica de aprendizaje constructivista son los llamados entornos de “aprendizaje de investigación basado en simulación” (SBIL por sus siglas en inglés). Las simulaciones para la enseñanza basada en la investigación son un campo prometedor en términos de fortalecer la interacción mental de los estudiantes con el mundo físico y social para desarrollar una comprensión científica, explicación y comunicación entre las ideas científicas [Srisawasdi y Panjaburee, 2015].

Si se desea que los estudiantes tengan un papel activo en su propio proceso de aprendizaje, las simulaciones se pueden utilizar para apoyar actividades de investigación auténticas, incluyendo en la simulación la creación de preguntas que dirijan el aprendizaje, el desarrollo de hipótesis y la recopilación de datos. En una investigación basada en la simulación, los estudiantes se encuentran con dos procesos: transformacional y regulatorio [Njoo y De Jong, 1993]. En el proceso de transformación, los estudiantes producen información directa con la formación de una hipótesis, el diseño de experimentos, la obtención de una conclusión. En el proceso de orientación, los estudiantes asocian las variables, condiciones y eventos presentados en el problema, identifican variables importantes y visualizan las condiciones de simulación. Proceso regulatorio significa planificación y monitoreo del proceso de aprendizaje [Lim, 2004]. Como resultado, las simulaciones pueden desempeñar un papel activo en la educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), tanto en términos de apoyar los procesos de investigación como de proporcionar una oportunidad de modelado.

De manera general se afirma que el aprendizaje es intrínseco a la simulación, ya que permite

a los estudiantes visualizar hechos científicos [Srisawasdi, Kerdcharoen y Suits, 2008]. Permiten que la naturaleza compleja e invisible de los conceptos sea visual [Rutten et al., 2012]. Además, los estudiantes observan, descubren, reconstruyen y reciben retroalimentación inmediata sobre objetos, eventos y procesos reales con simulaciones que presentan modelos teóricos dinámicos o simplificados de fenómenos y al mismo tiempo permiten adaptarse a un entorno cambiante.

Los estudiantes pueden también hacer un experimento virtual modificando variables y registrar los resultados científicos con simulaciones interactivas. Fomentan además la participación activa en el pensamiento de orden superior y la resolución de problemas, así como también facilitan el aprendizaje de conceptos abstractos [McDonald, 2016].

La simulación está íntimamente ligada a la capacidad humana para razonar, hacer predicciones, imaginar acciones alternativas y resolver problemas. Por lo tanto, las simulaciones por computadora y el software de modelado dinámico se han caracterizado como herramientas para el pensamiento [Papert, 2020], laboratorios de aprendizaje [Senge et al., 1990] y herramientas mentales [Jonassen, 2000].

Para una mejor comprensión de las maneras en que la simulación puede fomentar el aprendizaje en tantos contextos diferentes, es conveniente señalar y comprender que el aprendizaje basado en la simulación se produce de dos formas principales:

1. Construyendo una simulación; o
2. Utilizando una simulación existente.

En el caso de la construcción de un simulador, los estudiantes emplean un lenguaje de programación o las características de un software de modelado y de un entorno de simulación determinado para construir un modelo de simulación por su cuenta. Para el desarrollo del mismo y lograr este objetivo planteado, los alumnos deben de seguir una serie de pasos a partir de (a) analizar un sistema específico, (b) desarrollar un modelo conceptual del mismo, (c) crear un modelo computacional, (d) implementar el modelo computacional como un programa de simulación, (e) realizar operaciones numéricas (experimentos en él para validar el modelo de cálculo); Por último, (f) pueden utilizar el programa de simulación para resolver un problema o comprender las causas del fenómeno estudiado.

Cada una de estas actividades requiere habilidades de comprensión, razonamiento y predicción y, por lo tanto, la construcción de modelos mentales. Estos últimos, además, sufren modificaciones como consecuencia de estas actividades, de modo que todo el proceso puede verse como una progresión de modelos internos y externos.

Los expertos instruccionales enfatizan el gran valor instructivo de que los estudiantes construyan, evalúen, revisen y elaboren sus propios modelos visuales o materiales [Gobert y Buckley, 2000]. En particular, David Jonassen afirmó de forma recurrente en su caracterización del software de modelado de dinámica de sistemas como “herramientas mentales” [Jonassen, 2000] que los estudiantes pueden aprender más construyendo sus propios modelos en lugar de utilizar los proporcionados por expertos. Sin embargo, la construcción de modelos de simulación no siempre es factible en contextos de instrucción: algunos estudiantes carecen del conocimiento suficiente del sistema que se va a modelar; no tiene las habilidades de modelado necesarias; o simplemente puede que no haya suficiente tiempo disponible para llevar a cabo todos los pasos necesarios. Por lo tanto, con frecuencia surge la necesidad de utilizar una simulación ya existente, que podría ser un recurso instructivo disponible en la red o software disponible las casas especializadas en juegos y simulación educativa.

De acuerdo con lo anterior, es importante distinguir entre programas de simulación simples que permiten a los estudiantes cambiar solo unos pocos valores de variables y ver las consecuencias de sus decisiones en un gráfico, y entornos de aprendizaje basados en simulación más estructurados. Estos últimos también cuentan con apoyos educativos (soporte instruccional) y recursos (componentes funcionales) destinados a facilitar y enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes (Fig. 5.7), por ejemplo:

- información de contexto;
- preguntas;
- sugerencias;
- explicaciones;
- guías de exploración;
- ejercicios;
- herramientas gráficas;
- herramientas de planificación.

El diseño de estos apoyos instructivos suele estar guiado por un modelo instructivo, es decir, un conjunto de suposiciones explícitas y/o implícitas sobre los objetivos de aprendizaje de la simulación y las estrategias instructivas que se considera que tienen más probabilidades de tener un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

La noción de un entorno de aprendizaje basado en simulación también es similar a la de un “entorno de aprendizaje sintético”, que ha sido definido por Cannon-Bowers y Bowers [2008] como “un entorno de aprendizaje caracterizado en términos de una tecnología particular ,



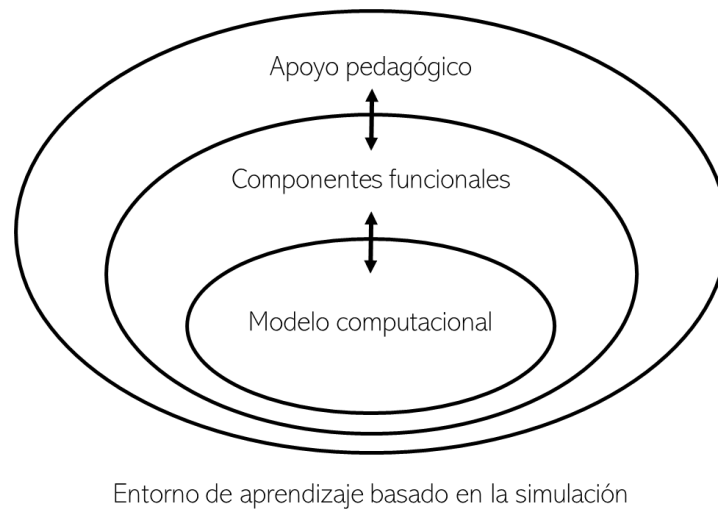


Figura 5.7: Los componentes de un entorno de aprendizaje basado en la simulación (adaptado de Landriscina [2013])

materia, características de los estudiantes y principios pedagógicos; una experiencia sintética, a diferencia de una interacción del mundo real con un dispositivo o proceso real, se crea para el estudiante a través de una simulación, juego u otra tecnología”.

Las actividades epistémicas de los estudiantes involucrados en el uso de simulación son: (a) usar el programa de simulación según lo solicitado por la tarea de aprendizaje en cuestión, (b) construir sus propios modelos mentales del sistema o problema en cuestión, (c) comparar sus propios modelos mentales con el modelo conceptual de destino y, (d) utilizar el conocimiento que adquieren sobre el modelo conceptual para obtener una mejor comprensión del sistema representado por el modelo (Fig. 5.8).

Es importante señalar que las actividades que utilizan simulación no requieren que los estudiantes interactúen directamente con el modelo conceptual (el aspecto más importante de la simulación), ni con el modelo computacional. La interacción ocurre exclusivamente a través de la mediación de la interfaz de usuario del programa de simulación y a través de las actividades de aprendizaje que ofrece el modelo de instrucción. La investigación del aprendizaje basada en la simulación se refiere a este fenómeno como el problema de la “opacidad”, donde las diferentes entidades conceptuales que se encuentran “detrás” de la parte visible de la simulación.

Por lo tanto, las simulaciones se pueden diferenciar en términos de la distinción que se hace comúnmente entre simulaciones de “modelo de caja negra” y simulaciones de “modelo de caja de cristal (o “transparente”). En las simulaciones de modelos de caja negra, los estudiantes pueden explorar el comportamiento de un sistema, pero los modelos conceptuales y/o computacionales subyacentes permanecen ocultos y solo pueden inferirse por lo que aparece en la pantalla. Turkle

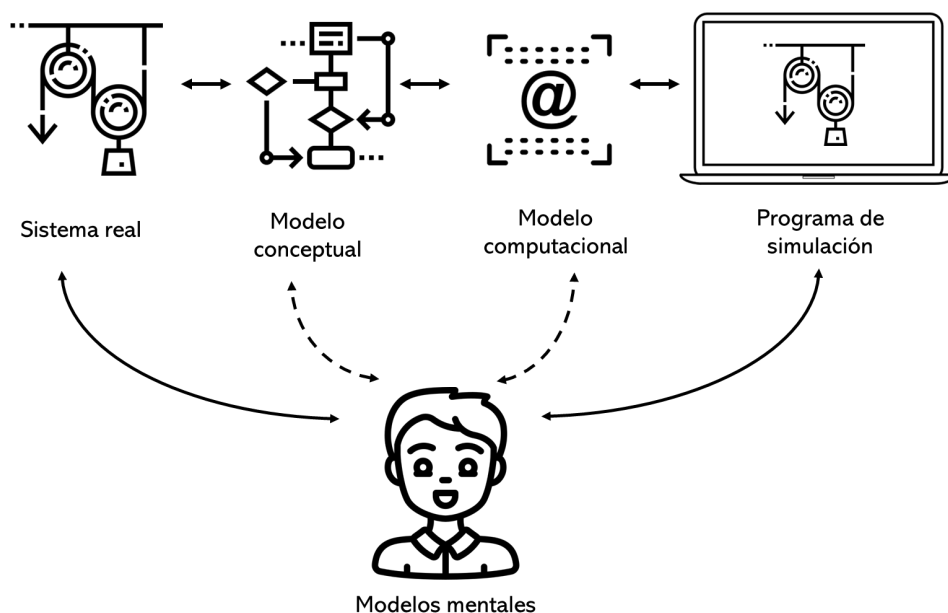


Figura 5.8: Aprendizaje por simulación (adaptado de Landriscina [2013])

[1997] en su análisis de las formas en que la simulación puede afectar la educación sugiere que este tipo de situación de “caja negra” podría llevar a los estudiantes a creer que sus conclusiones parciales son suposiciones indiscutibles.

El problema de la opacidad es que tiende a atribuir reglas al sistema, basándose en sus propios modelos mentales formados en ese momento. Estas reglas pueden coincidir con las que están realmente presentes, pero también pueden ser inferencias incorrectas o incompletas, y en este último caso, pueden interferir con el aprendizaje adecuado. Alternativamente, se han propuesto simulaciones de “modelo de caja de cristal” o “transparentes” para obviar los problemas descritos anteriormente, ya que muestran abiertamente relaciones entre variables, es decir, la estructura del modelo computacional subyacente a la simulación.

En general, el principal criterio de eficacia para las simulaciones de modelos de cajas de cristal es que la estructura del modelo sea razonablemente comprensible para los estudiantes. Otro riesgo involucrado con los modelos de caja de cristal es que muestran a los estudiantes las ecuaciones subyacentes al modelo, que son de naturaleza más epistémica, es decir, que los estudiantes pueden confundir estas ecuaciones con el modelo conceptual, aunque el mismo modelo conceptual se puede implementar utilizando ecuaciones o algoritmos diferentes.

Más allá de resaltar las diferencias entre los entornos de aprendizaje basados en simulación, la distinción del modelo de caja negra/caja de cristal tienden a pasar por alto un aspecto

fundamental del problema de la opacidad, concretamente ignoran que cada modelo de simulación es cognitivamente opaco. La opacidad cognitiva resulta del hecho de que es difícil o imposible predecir el comportamiento de un modelo computacional basándose únicamente en el conocimiento de su estructura o ecuaciones. Por lo tanto, para estudiar el modelo, se debe recurrir a la simulación. Una forma de hacer que el modelo sea más “transparente” es hacer que los estudiantes (en la medida en que sea posible) sigan los pasos en los procesos de modelado utilizados por los creadores de la simulación.

## 5.6 Aprendizaje mediante el modelado del sistema

El aprendizaje basado en simulación también se caracteriza por una progresión de modelos mentales, que van desde el modelo inicial del estudiante del sistema en estudio a un modelo conceptual más preciso y científicamente correcto, pasando por una serie de modelos intermedios. Se puede considerar el aprendizaje basado en simulación como una instancia particular de aprendizaje basado en modelos, pero solo en parte, esto es porque además de sus características comunes, también presentan diferencias significativas.

Para destacar estas diferencias, los entornos de aprendizaje basados en simulación se pueden visualizar compuestos por cuatro capas correspondientes a (1) el modelo computacional, (2) la interfaz de usuario, (3) el apoyo educativo y (4) las actividades complementarias — cada uno de los cuales conduce a acciones específicas y tiene implicaciones para el aprendizaje.

### 5.6.1 Capa de modelo computacional

Los modelos computacionales (Fig. 5.9) son modelos dinámicos y por lo tanto, pueden reproducir de forma autónoma algunos aspectos de la evolución temporal de un sistema. La característica más típica de un modelo dinámico es que una sucesión de estados del sistema se mapea sobre una sucesión de estados del modelo; lo más probable es que el aspecto dinámico de los modelos computacionales influya en los procesos cognitivos de los estudiantes, y en particular, en los cambios en sus modelos mentales.

Landriscina [2013] afirma que el modelado dinámico proporciona una nueva perspectiva, denominada “aprendizaje mediante el modelado de sistemas”. En esta perspectiva, “el aprendizaje se produce al comparar los resultados esperados de las operaciones en un sistema con las consecuencias observadas de las transformaciones”. En el caso de diferencias entre las expectativas, las observaciones y los resultados se utilizan para actualizar o revisar el modelo mental. Además, al usar software de modelado de simulación, los estudiantes no solo crean el modelo de un sistema dado, sino que pueden crear modelos de cualquier tipo de sistema y fenómeno. De hecho, los modelos computacionales se basan frecuentemente en analogías con

Nº	Nombre	Descripción	Valor	Rótulo
10	Botón botón2		botón2	Preestablecido
11	Función multivariable $y_1'$	$a y_1 - b y_1 y_2$	$y_1'(t, y_1, y_2) = 0.1 y_1 - 0.002 y_1 y_2$	
12	Función multivariable $y_2'$	$d y_1 y_2 - c y_2$	$y_2'(t, y_1, y_2) = 0.0025 y_1 y_2 - 0.2 y_2$	
13	Lugar Geométrico $num_1$	ResuelveNEDO( $\{y_1', y_2'\}$ , 0, $\{ax, ay\}$ , 100)	$num_1 = \text{ResuelveNEDO}(\{y_1', y_2'\}, 0, \{ax, ay\}, 100)$	$\text{\textbackslash}text{\textbackslash}black{Presas}$
13	Lugar Geométrico $num_2$	ResuelveNEDO( $\{y_1', y_2'\}$ , 0, $\{ax, ay\}$ , 100)	$num_2 = \text{ResuelveNEDO}(\{y_1', y_2'\}, 0, \{ax, ay\}, 100)$	$\text{\textbackslash}text{\textbackslash}black{Depredador}$
14	Número len	Longitud( $num_1$ )	len = 10001	
15	Número x1	$y(\text{Punto}(num_1, ct))$	$x_1 = 43.98465$	

Figura 5.9: Capa de modelo computacional [Pedroza, 2020]

otros modelos, por ejemplo, modelos de dinámica de sistemas, que se basan en una analogía con modelos hidráulicos, y por lo tanto, son herramientas ideales para facilitar el razonamiento analógico.

### 5.6.2 Capa de interfaz de usuario

La interfaz de usuario del programa de simulación (Fig. 10) permite a los estudiantes visualizar los fenómenos simulados que de otro modo permanecerían inertes e interactuar con el modelo computacional, que se vuelve no solo dinámico, sino interactivo. Por lo tanto, se puede crear una variedad de comportamientos en función de las decisiones de los estudiantes. En condiciones adecuadas, se puede activar un “ciclo epistémico” del programa de estudiantes, en el que:

1. El estudiante realiza una acción para explorar el comportamiento del modelo o para verificar una hipótesis;
2. La acción solicita un cambio en la información que se muestra en la pantalla; y
3. El estudiante decide entonces realizar una nueva acción, iniciando así un nuevo ciclo.

Además, los entornos de aprendizaje basados en simulación son con mucha frecuencia “multimodales”, porque integran el conocimiento sobre la estructura y el comportamiento de un sistema expresado a través de diferentes modos de representación (por ejemplo, verbal, visual, matemático, simbólico). El uso coordinado de representaciones múltiples puede ayudar a los estudiantes a construir y revisar sus propios modelos mentales. Desde una perspectiva abstracta, los mapas causales que se hacen visibles en los entornos de aprendizaje de dinámica de sistemas son representaciones simbólicas de las relaciones de causa y efecto que existen entre las variables del sistema.

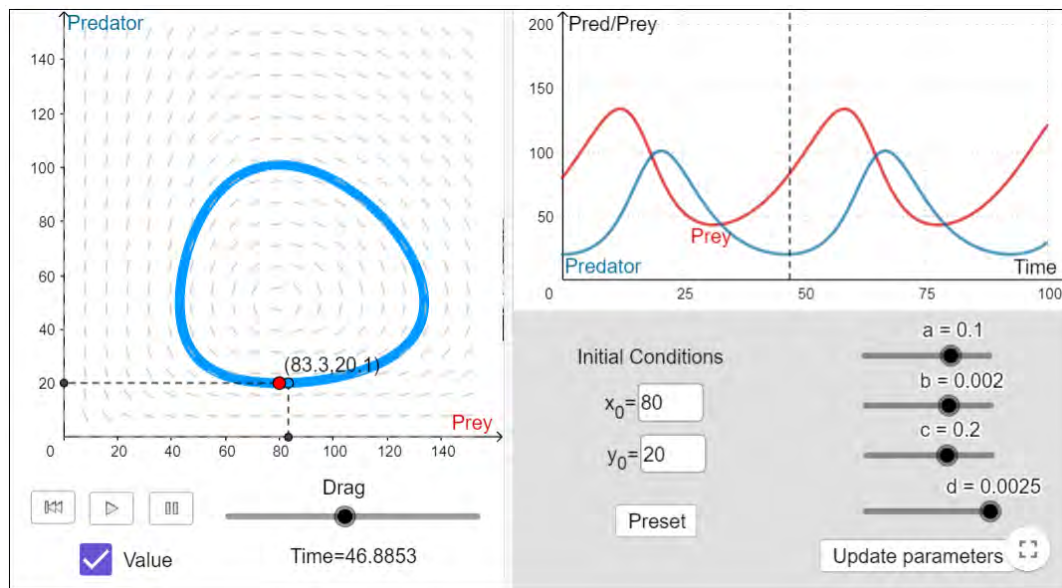


Figura 5.10: Capa de interfaz de usuario [Pedroza, 2020]

### 5.6.3 Apoyo educativo

En la mayoría de los casos de la enseñanza basada en modelos, el apoyo educativo dentro de las actividades de los estudiantes es externo al modelo, y por lo general es proporcionado por el maestro. En los entornos virtuales de aprendizaje basados en simulación, los apoyos educativos son de diversa naturaleza, que van desde simples preguntas y sugerencias hasta guías de exploración y ejercicios detallados y, por el contrario, suelen estar integradas en el software.

Este tipo de apoyo puede brindar a los estudiantes oportunidades para el pensamiento reflexivo y la conciencia metacognitiva adaptadas a sus necesidades individuales. También se puede comparar con lo que ocurre en otros entornos interactivos de aprendizaje multimodal que también cuentan con niveles similares de orientación y apoyo al estudiante [Moreno y Mayer, 2007].

### 5.6.4 Actividades complementarias

El término “actividades complementarias”, para el caso de los programa de simulación, se refiere a las actividades de aprendizaje individuales y/o grupales realizadas por los estudiantes como un complemento al uso del programa de simulación, que no requieren necesariamente el uso de una computadora. Por ejemplo alguna de estas actividades suelen ser:

- Observación de un sistema real.
- Realización de experimentos de laboratorio.

- Formulación de hipótesis.
- Presentación y análisis de resultados.
- Explicación de los fenómenos observados.
- Discusión de diferentes ideas.

Estas actividades, son guiadas principalmente por los profesores y son importantes porque permiten a los estudiantes exteriorizar sus propios modelos mentales de diversas formas, y como consecuencia comunicarlos y compartirlos de manera más efectiva con los demás. El profesor puede utilizar estas actividades tanto para diagnosticar el nivel de comprensión de los estudiantes como para facilitar la progresión de un modelo mental a otro.

Con base en lo anterior se puede resumir que el aprendizaje basado en simulación se caracteriza por varios aspectos distintivos, como el modelado dinámico, ciclo epistémico, apoyo instruccional integrado, así como vínculos con actividades extra-tecnológicas, basados en la revisión y construcción de nuevos conocimientos y la reflexión crítica, que brindan a los estudiantes muchas oportunidades para reflexionar sobre el contenido y el proceso de aprendizaje en sí.

### 5.7 Carga cognitiva en la simulación

Aunque en cualquier instrumento innovador se presenta ciertos riesgos, si no se usa adecuadamente. En la simulación, el riesgo es que los estudiantes no puedan realizar de forma eficaz las tareas solicitadas. Hasta hace poco, la investigación sobre el uso instruccional de la simulación por computadora se caracterizaba por una actitud de optimismo generalizado: sus ventajas económicas y de seguridad ampliamente reconocidas, consideran a la simulación como una tecnología que permite a los estudiantes “aprender haciendo” a través de oportunidades de aprendizaje auténticas, interactivas y ricas en multimedia.

Así mismo la mayoría de los investigadores presentaron el aprendizaje basado en la simulación como un ejemplo de aprendizaje activo y aprendizaje por descubrimiento, y por lo tanto, lo más adecuado para los métodos de instrucción promovidos por la pedagogía constructivista. Sin embargo, bajo las observaciones empíricas se establece que no siempre coinciden con las expectativas de investigadores y educadores. Como se menciona en la sección 5.1.1, la simulación presenta la paradoja de ser una tecnología de instrucción que recibe grandes elogios, pero que en la realidad representa muy poco el uso como herramienta de enseñanza en los programas escolares, como lo indica el informe del Consejo Nacional de Investigación sobre el aprendizaje de la ciencia a través de juegos de computadora y simulaciones [Honey y Hilton,2011].

En dicho informe se indica que los estudiantes encuentran dificultades exactamente en los tipos de aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje basado en la investigación que representan la base teórica de la simulación como método de instrucción. La evidencia que revisaron mostró que los estudiantes que utilizan entornos de simulación complejos generalmente tienen dificultades considerables en todas las fases del proceso de investigación (es decir, en la generación de hipótesis, diseño de experimentos, interpretación de datos y regulación del aprendizaje). Para evitar estos problemas y aumentar la eficacia instruccional de la simulación, los investigadores sugirieron que la simulación se integre con “herramientas cognitivas” destinadas a guiar y apoyar las actividades de los estudiantes. Por lo tanto, los instrumentos de este tipo presentan entornos de aprendizaje que se basan menos en la exploración libre y más en el descubrimiento guiado.

Las causas de los problemas más comunes en un entorno de aprendizaje basado en simulación se pueden examinar en tres niveles de diseño como son: la “ergonomía cognitiva” que se refiere a los problemas generados por una interfaz de usuario que es difícil de entender y usar, o cargada de detalles innecesarios y que genera una dificultad a los estudiantes para transformar sus objetivos en intenciones y secuencias de acción; Los problemas derivados del Diseño instruccional se deben a una insuficiente consideración de factores instruccionales importantes, como el conocimiento previo de los estudiantes, las metas de aprendizaje, la secuencia del contenido, y/o las características de la tarea de aprendizaje; Por último los problemas que derivan de las estrategias y métodos de instrucción, se originan de la elección de enfoques de instrucción que no se basan en los procesos cognitivos involucrados en el razonamiento y el aprendizaje basados en modelos.

Para evitar estos problemas y maximizar el potencial de instrucción de la simulación, la “teoría de la carga cognitiva” (TCC) desarrollada por el psicólogo australiano John Sweller [2011], proporciona a los diseñadores de programas algunas indicaciones para identificar características de diseño que pueden tener un gran impacto en el aprendizaje.

Cabe señalar que la “carga cognitiva” se define como la cantidad total de actividad impuesta en la “memoria de trabajo” (MT) en un momento dado. Intuitivamente, la carga cognitiva corresponde al esfuerzo mental percibido por el estudiante y, por ende, a la dificultad subjetiva de una tarea de aprendizaje.

De hecho, los esquemas juegan un papel clave en la TCC porque este enfoque subraya la naturaleza de las estructuras de conocimiento organizadas en la memoria a largo plazo, que permiten la fragmentación de muchos elementos de información en un solo elemento de nivel superior, lo que reduce las demandas de procesamiento de información en la memoria de trabajo

(MT).

Como se mencionó anteriormente, la carga cognitiva corresponde al esfuerzo mental percibido por el estudiante, incide en la dificultad subjetiva de una tarea de aprendizaje. De hecho, un criterio clave que diferencia a los expertos de los novatos es que los primeros poseen un mayor número de esquemas mentales complejos y son capaces de utilizarlos automáticamente.

El modelo de carga cognitiva “estándar” define tres tipos de carga:

1. Carga cognitiva externa: asociada con procesos cognitivos que no son necesarios para el aprendizaje, como operaciones que no pertenecen al aprendizaje o el procesamiento de información redundante.
2. Carga cognitiva intrínseca: causada por la complejidad de los materiales de aprendizaje en sí mismos, que viene dada por el grado de interconexión entre los elementos de información esenciales que requieren procesamiento simultáneo en la MT.
3. Carga cognitiva germinal: asociada con procesos cognitivos que pertenecen directamente al aprendizaje, como la construcción de esquemas en MT y la automatización de esquemas.

La carga cognitiva total en una determinada tarea de aprendizaje que depende del grado y la calidad de la interacción entre los contenidos, el alumno y las instrucciones. Por esta razón, el aprendizaje se ve comprometido cuando la suma de cargas intrínsecas y externas exceden la capacidad de MT disponible. El objetivo principal de TCC en el diseño de entornos de aprendizaje es reducir al mínimo la carga cognitiva externa. Este tipo de carga depende esencialmente de la forma en que se presenta la información al estudiante, y por lo general, se debe a la presencia de información irrelevante, que interfiere con el aprendizaje o a la necesidad de integrar información separada espacial o temporalmente, por ejemplo: los controles deslizantes o botones que no se presentan cerca de animaciones o gráficos que muestran el curso temporal de la simulación que se repiten con frecuencia en la mayoría de los casos.

Es por ello por lo que el primer aspecto a considerar en el diseño de la interfaz de usuario de una simulación es la complejidad y el número de opciones. Demasiado complejo y/o demasiadas opciones presenta al usuario una fuente de carga cognitiva que puede interferir con el aprendizaje. Por ejemplo:

- El tipo y número de elementos que los estudiantes pueden usar para comunicar sus decisiones al programa.
- La posición relativa de ciertos elementos de la interfaz con respecto al reto de los elementos.



- El tipo y número de gráficos que se muestran a los estudiantes y las consecuencias de sus acciones.
- El tipo de imágenes y animaciones que representan el fenómeno simulado, es de gran relevancia para ayudar a los estudiantes a formar un modelo mental correcto del sistema simulado.
- La navegación entre elementos de la interfaz que no se visualizan simultáneamente.
- La posibilidad de que los estudiantes controlen el curso temporal de la simulación.

El otro aspecto fundamental para considerar es el de la representación de la información; los elementos informativos que se utilizan normalmente en el aprendizaje basado en simulación son textos, imágenes y animaciones, que deben considerarse tanto por sí solos como en sus posibles interrelaciones. Con base en Duval [2016a], los mismos tipos de elementos pueden ser tratados desde una perspectiva cognitivo-semiótica, que distingue entre tipos simbólicos e icónicos de representación de la información, y enfatiza el procesamiento combinado de información verbal, gráfica y simbólica en la construcción de múltiples representaciones mentales.

Sorden [2012] describe varios efectos vinculados a estas combinaciones específicas de elementos para el diseño de la interfaz de usuario y para la representación de la información:

- Efecto de atención dividida. Múltiples fuentes de información que no puede ser comprendidas de forma aislada dan como resultado un menor aprendizaje cuando se presentan en un formato de atención dividida en comparación con el formato integrado;
- Efecto de modalidad. Múltiples fuentes de información que no puede ser comprendidas de forma aislada resultan menos efectivas para su aprendizaje cuando se presentan en un formato de modalidad simple (por ejemplo, visual) versus dual (por ejemplo, visual y auditiva).
- Efecto de redundancia. La presencia de fuentes de información que no contribuyen a la adquisición de esquemas o la automatización interfieren con el aprendizaje.
- Efecto de reversión de la experiencia. Con el aumento de la experiencia, los procedimientos de instrucción que son efectivos con los principiantes pueden perder su efectividad, mientras que las técnicas ineficaces pueden volverse efectivas.

Estos efectos son de especial interés en condiciones que se definen como situaciones de “elevada carga cognitiva”, es decir se están intentando aprender muchas cosas a la vez, y se caracterizan por un gran número de elementos que interactúan, que además requieren procesamiento simultáneo en la memoria de trabajo. Estos elementos están frecuentemente presentes en los entornos de aprendizaje basados en simulación, principalmente cuando los estudiantes deben

integrar mentalmente múltiples representaciones de información que cambian dinámicamente, mientras se llevan a cabo tareas complejas, como comprobar hipótesis o explorar cursos de acción alternativos.

La idea de reducir la carga cognitiva externa no solo se refiere a los efectos vinculados al diseño de la interfaz de usuario y a la representación de la información, sino también al método de formulación de problemas y al uso de ejemplos, como el efecto de ejemplo resuelto, que se refiere al uso de ejemplos resueltos para el estudio, que mejoran el desempeño en la resolución de problemas subsecuente, en vez de problemas equivalentes. Otros efectos vinculados son el efecto de finalización y el desvanecimiento de la orientación, el primero comprende problemas parcialmente resueltos que los estudiantes deben completar, y que resultan ser tan eficaces como presentar ejemplos resueltos; el segundo señala que a medida que aumenta la experiencia de los estudiantes, se debe presentar de forma progresiva ejemplos resueltos, seguidos de problemas de finalización y luego problemas completos, en lugar de ejemplos resueltos solamente [Evans y Gibbons, 2007].

A pesar de que se cree ampliamente que se aprende mejor resolviendo un problema (“aprender haciendo”) en lugar de examinar un ejemplo, existe evidencia experimental que revela lo contrario. Los estudiantes que aún no dominan una materia pueden aprender mejor a través de ejemplos resueltos, es decir, ejemplos que muestran paso a paso la forma de resolver un cierto tipo de problema, en vez de “abordar” los problemas directamente. Por lo tanto, para mejorar el aprendizaje se requiere de un cambio gradual de ejemplos guiados a problemas directos, proporcionando cada vez menos pasos completados.

En el contexto de un objetivo específico de aprendizaje, se debe decidir si el uso de la simulación está realmente justificado o si se deben utilizar otros métodos de enseñanza, como el método de trabajado con ejemplos, o una combinación de métodos. La falta de consideración de estos aspectos que hemos señalado puede resultar en el uso inadecuado de la simulación, que ocurre cuando las características de interactividad y resolución de problemas que son típicas de la simulación no se adaptan a las características y al contexto de aprendizaje de los estudiantes.

La carga cognitiva intrínseca, sin embargo, depende del grado de familiaridad de los estudiantes con los contenidos a aprender y por consecuencia al nivel de dificultad de la tarea de aprendizaje. Una tarea de aprendizaje que es más difícil que el nivel de experiencia del estudiante provoca una alta carga cognitiva intrínseca y, por lo tanto, un aprendizaje ineficiente. De acuerdo con Landriscina [2013], cuanto más conocimiento se tiene sobre un determinado dominio, más inferencias se pueden extraer y utilizar para construir modelos, elaborar nueva información, mejorar la recuperación y fomentar el aprendizaje.

Con base en lo anteriormente expuesto, se propone que: Si la carga cognitiva externa se reduce al mínimo y la carga cognitiva intrínseca se optimiza, entonces los recursos mentales pertinentes liberados para el aprendizaje se pueden utilizar para la simulación mental. Desde esta perspectiva, la simulación presenta un gran potencial como herramienta de apoyo a la imaginación, al facilitar la comprensión de conceptos científico-matemáticos y estimular la creatividad científica.

## 5.8 Contenido y proceso de la simulación

Ahora llegamos a la pregunta de “¿Cómo se podría usar la simulación por computadora para enseñar de manera más efectiva?” Un primer paso para responder a esta pregunta es investigar el contenido de las representaciones mentales desarrolladas por los estudiantes cuando usan un programa de simulación o construir un modelo de simulación. El aprendizaje basado en simulación se puede caracterizar como una progresión de modelos mentales, comenzando con el modelo inicial que el estudiante tiene de un sistema examinado y desarrollándose en un modelo conceptual objetivo, presumiblemente el mismo que subyace al modelo computacional de la simulación. Además, para llegar al modelo objetivo, los estudiantes primero deben desarrollar sus propios modelos conceptuales intermedios, que son modelos mentales expresados como recursos cognitivos (por ejemplo, descripciones, dibujos, mapas, ecuaciones). Esencialmente, los modelos conceptuales sirven para tender un puente entre el mundo de la mente y el mundo de las computadoras y los programas.

Desde la perspectiva de la cognición fundamentada, conocer un concepto significa ser capaz de simularlo mentalmente, lo que implica la capacidad de:

- Construir un modelo mental adecuado del concepto y ejecutar las simulaciones mentales correspondientes.
- Revisar un modelo mental cuando se enfrente con evidencia empírica de su insuficiencia.

Contrario a esto, cualquier dificultad en la comprensión de conceptos y el cambio conceptual con frecuencia se refieren a:

- Una falta de dominio de un conocimiento específico (esencial para construir y simular un modelo mental adecuado).
- Alta carga cognitiva externa (que excede la capacidad de memoria de trabajo disponible).
- Dificultad para basar los nuevos conocimientos en una experiencia sensoriomotora incorporada.

- Dificultad para comparar los resultados de la simulación mental con evidencia empírica contraria.

La interacción de la simulación mental y la simulación por computadora, sin embargo, puede aumentar la efectividad del aprendizaje de conceptos y puede obviar los problemas mencionados anteriormente.

Dado que la naturaleza del estudio se centra en el uso educativo de los simuladores, y hemos descrito a lo largo del capítulo que en una analogía lo que sucede en una simulación con el pensamiento humano, que también se basa en modelos y el aprendizaje puede verse como un cambio en los modelos mentales (Chi y Ohlsson, 2005).

Desde este punto de vista particular, se puede decir que la simulación es el método de enseñanza más adecuado cuando el objetivo de aprendizaje requiere una reestructuración de los modelos mentales individuales de los estudiantes. El aspecto crucial de la simulación es la progresión de los modelos mentales, desde un estado inicial, caracterizado por las ideas preconcebidas del estudiante, hasta un estado final deseado de explicación causal. Mientras un modelo mental sea una explicación suficientemente plausible para el estudiante, no se involucrará en la construcción de un nuevo modelo mental.

Por esa razón es natural presentar un modelo centrado en las formas en que los estudiantes adquieren conocimientos a través de la simulación en un contexto de instrucción. Landriscina [2013] presenta un modelo que define como “ciclo epistémico en la simulación”, este se describe como un proceso circular de comprensión de un sistema a través de la construcción de un modelo y su manipulación (Fig. 5.11). El cambio de los modelos mentales de los estudiantes es necesario cuando el aprendizaje encuentra resistencias que se manifiestan en la persistencia de concepciones y modelos preexistentes incluso frente a la presentación de evidencia contraria [Vosniadou y Brewer, 1992], como en el caso de las ideas preconcebidas con las que los estudiantes abordan el estudio de conceptos científico-matemáticos. El modelo de ciclo epistémico en la simulación comprende cuatro conceptos principales relacionados con la simulación, que también se han descrito claramente a lo largo de este capítulo, a saber:

- Realidad
- Sistema
- Modelo
- Simulación

El modelo asume que cada concepto puede manifestarse en forma de objetos físicos como una parte observada del mundo y de mecanismos epistémicos como un modelo conceptual.

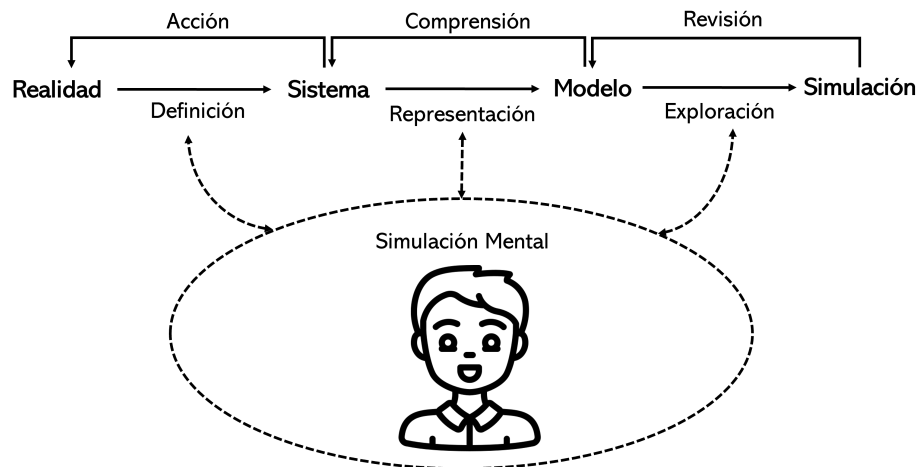


Figura 5.11: El ciclo epistémico de la simulación (adaptado de Landriscina [2013])

Las relaciones entre los conceptos involucrados en el sistema están modelados en términos de procesos epistémicos, representados por flechas que conectan los nombres de los conceptos. La combinación de estos ocho procesos que componen el ciclo, a su vez se subdivide en tres bucles de retroalimentación:

- El bucle del sistema de realidad;
- El bucle del modelo de sistema;
- El bucle de simulación de modelo.

La simulación mental completa el modelo y se considera un mecanismo que se aprovecha en todos los procesos mentales representados que componen el modelo.

### 5.8.1 De la realidad al sistema (el proceso de definición del sistema)

Definir un sistema significa crear un límite conceptual entre una parte del mundo y las otras partes que lo rodean. Este acto puede estar relacionado con la organización figura-fondo en la percepción visual: al igual que con las ilusiones ópticas, el límite del sistema puede ser puramente subjetivo. Una noción importante relacionada con el sistema es la del intervalo de observación, es decir, el intervalo de tiempo en el que se puede observar el sistema. Durante este intervalo, un sistema dado puede permanecer esencialmente igual, o puede sufrir cambios dramáticos.

Desde una perspectiva epistémica, es importante subrayar que lo que suele ser un sistema ya es, en sí mismo, una representación de la realidad. En general, los criterios para definir un sistema son siempre de naturaleza pragmática. Ashby [1952, como se citó en Landriscina, 2013] señala que “todo objeto material contiene nada menos que una infinidad de variables y,

por lo tanto, de sistemas posibles”. La decisión sobre qué elementos deben seleccionarse para formar parte del sistema, depende de qué acciones se llevarán a cabo en él. Definir un sistema e intervenir en él son dos procesos estrechamente entrelazados que componen el ciclo del sistema de realidad del ciclo epistémico.

De modo que, observar qué elementos se decide incluir en un sistema y qué dejar fuera de él puede proporcionar información significativa sobre sus propósitos y metas.

### **5.8.2 Del sistema al modelo (el proceso de representación)**

Modelar un sistema significa representarlo a través de una serie de modelos cada vez más complejos, en los que la descripción de la composición y estructura del sistema va seguida de descripciones cada vez más detalladas de su funcionamiento. Además, durante este proceso, un modelo puede al mismo tiempo servir como un sistema para otro modelo.

Las estrategias de modelado que se eligen en el desarrollo de una simulación suelen ser guiadas por modelos curriculares o de los softwares de diseño y programación que están disponibles en el momento del desarrollo de una simulación. Sin embargo, debe evitarse la consideración de una sola estrategia: una estrategia de modelado dada es una forma de entender un sistema específico; pensar que solo hay un modelo correcto, implica que solo hay una forma correcta de entender el mundo. Así pues, la comparación entre diferentes enfoques de modelado puede proporcionar información valiosa sobre una mejor comprensión del sistema en estudio.

### **5.8.3 Del modelo a la simulación (el proceso de exploración)**

La característica distintiva de un modelo dinámico es su capacidad para revelar el comportamiento del sistema que de otro modo sería imposible de predecir y/o explicar. En ausencia de efectos dinámicos complejos, el comportamiento simple se puede simular mentalmente o usando papel y lápiz. Sin embargo, si el sistema supera un determinado umbral de complejidad, la simulación por computadora se convierte en un socio cognitivo indispensable. La simulación también permite extender el intervalo de observación del sistema original, extendiéndolo hacia el pasado o hacia el futuro.

Usar una simulación para explorar el comportamiento de un modelo implica una “suspensión de la incredulidad”, esto quiere decir que uno debe suspender temporalmente el juicio sobre la plausibilidad de la simulación y experimentarla como si fuera real. Por lo tanto, la simulación implica el paso epistémico adicional de comparación entre los eventos del mundo simulado con los del mundo real. Cabe señalar que el riesgo involucrado en el diseño de simulaciones es el de la “opacidad” de la simulación, como señalamos anteriormente el no hacer explícitas las hipótesis de la simulación y las reglas subyacentes, tienden a que los estudiantes atribuyan al sistema

reglas que pueden coincidir con las que están realmente presentes, pero que también pueden ser solo el resultado de sus propios modelos mentales como consecuencia de sus elecciones y la observación de los eventos que ocurren. De tal manera que se puede llegar a conclusiones parciales, que suponen, sin embargo, verdades irrefutables.

#### **5.8.4 De la simulación al modelo (el proceso de revisión del modelo)**

Observar y analizar los resultados de una simulación permite a sus creadores reflexionar críticamente sobre el modelo subyacente y modificarlo en consecuencia. El modelado y la simulación, de hecho, proporcionan muchos métodos de verificación y validación para probar la estructura y el comportamiento de un modelo. Este enfoque proporciona información sobre cómo se puede mejorar el modelo y hacerlo más creíble, y luego se puede utilizar para extraer inferencias válidas sobre el sistema que se investiga.

Este proceso de revisión del modelo es una forma de validación de la simulación, porque el modelo conceptual subyacente a una simulación es esencialmente una colección de hipótesis sobre su sistema relacionado. La construcción y revisión de un modelo de simulación también refleja el proceso cíclico de construcción y revisión de modelos mentales, de manera particular, el software de modelado puede acortar el ciclo de revisión de construcción al permitirnos modificar rápidamente un modelo computacional y observar las consecuencias de estos cambios, en tiempo real.

Por otra parte, las simulaciones con frecuencia producen resultados inesperados, especialmente cuando se representan sistemas complejos, lo que potencialmente produce disonancia cognitiva en los estudiantes. Sin embargo, este fenómeno facilita la acomodación del esquema cognitivo, un proceso que es esencial para aprender conceptos científicos.

#### **5.8.5 Del modelo al sistema (el proceso de comprensión del sistema)**

La comparación entre diferentes enfoques de modelado descritos en el proceso de representación, se utilizan para mejorar un modelo y con ello la posibilidad para lograr una comprensión cada vez más profunda de la estructura y el mecanismo de funcionamiento del sistema originalmente examinado. Específicamente, comprender un sistema puede significar cosas diferentes, por ejemplo, explicar los fenómenos observados, medir alguna propiedad del sistema y obtener información sobre el comportamiento futuro del sistema. Un tipo de comprensión que es particularmente susceptible de simulación es deconstruir un sistema en sus partes que lo componen y operaciones y después volver a ensamblarlo utilizando las variables de un modelo computacional.

Un aspecto clave del proceso de comprensión es que puede conducir a una nueva visión del sistema en sí. De hecho, si un modelo no resulta suficientemente creíble para los fines previstos,

será necesario reexaminar alguna característica específica del sistema y/o introducir nuevas características no consideradas previamente. Significativamente, los cambios de conceptualización a nivel de sistema con frecuencia requieren que se consideren diferentes posiciones científicas o filosóficas; éstas son formas, en sí mismas, de conceptualizar el mundo en términos de sistemas.

### **5.8.6 Del sistema a la realidad (el proceso de acción sobre la realidad)**

Al volver del sistema a la realidad, cerramos el ciclo epistémico. Una mejor comprensión del sistema permite volver a la realidad observándolo desde una perspectiva nueva y fresca. También permite modificarlo en función de un objetivo específico. Una nueva perspectiva del propio sistema también podría ser el punto de partida de un nuevo proceso de modelado y simulación, en el que, como ocurre con todos los modelos cíclicos, el final también es el comienzo.

Desde una perspectiva instruccional, es importante subrayar aquí que el conocimiento desarrollado a través del aprendizaje basado en simulación no es un sustituto del hecho, por lo que la experiencia está limitada a la precisión y realismo de la simulación. Sin embargo, el estatus epistemológico de la simulación está evolucionando desde el de imitar la realidad a ser una hiperrealidad y, por tanto, una simulación que intenta hacer coincidir lo real con su modelo. En una escala más amplia, es crucial permanecer alerta a las implicaciones ambientales, sociales y éticas de aplicar los resultados de una simulación a problemas reales que involucran a individuos y comunidades.





## Capítulo 6

# Entornos virtuales de aprendizaje combinado

*“Somos curiosos en proporción  
con nuestra cultura”*

---

*Jean-Jacques Rousseau*

El objetivo de este capítulo es presentar un modelo alternativo para el diseño y desarrollo de entornos de aprendizaje interactivos y colaborativos centrados en el estudiante a través del uso extendido de la tecnología basada en simulación, todo esto en línea con la pregunta de investigación: ¿Cómo se puede diseñar, desarrollar e implementar un entorno de aprendizaje de tipo combinado basado en simuladores por computadora? Además de la integración tecnológica, el modelo de aprendizaje combinado propuesto en este estudio también se centra y describe una serie de estrategias basadas en prácticas de diseño objetivistas y constructivistas para optimizar el aprendizaje de los estudiantes.

### 6.1 Entorno virtual de aprendizaje

Un entorno virtual de aprendizaje (EVA) no se refiere a algún sitio web educativo que simplemente incluye páginas web estáticas, aunque como muchas palabras de moda, algunos autores lo usan de manera recurrente. Los entornos virtuales de aprendizaje no están restringidos a sistemas que incluyen alguna tecnología 3D/realidad virtual o simulaciones complejas, algunos entornos incluyen interfaces sofisticadas basadas en texto. Entre estas definiciones demasiado generales y sobre específicas, hay una variedad de entornos, que varían de acuerdo con los criterios de diseño que se analizarán a lo largo del capítulo para proporcionar una comprensión de su especificidad.

Los entornos virtuales de aprendizaje no son sinónimo de un “campus virtual”, según Dillenbourg et al. [2002a] en principio es porque los campus virtuales proporcionan cursos universitarios, mientras que el nombre entorno virtual de aprendizaje no restringe el alcance a ninguna edad o nivel, por lo tanto, un entorno virtual de aprendizaje es una subcategoría dentro de los campus virtuales. Así mismo un campus virtual cubre un conjunto de cursos, a menudo un programa de diplomado completo, mientras que el entorno virtual de aprendizaje se emplea para partes más pequeñas de un plan de estudios.

Según Dillenbourg et al. [2002a] los entornos virtuales de aprendizaje se pueden identificar de acuerdo con algunas de las siguientes características:

- a) Un entorno virtual de aprendizaje es un espacio de información diseñado.
- b) Un entorno virtual de aprendizaje es un espacio social: las interacciones educativas ocurren en el entorno, convirtiendo los espacios en lugares.
- c) El espacio virtual está explícitamente representado: la representación de este espacio de información/social puede variar desde texto hasta mundos inmersivos.
- d) Los estudiantes no solo son activos, sino también actores: co-construyen el espacio virtual.
- e) Los entornos virtuales de aprendizaje no se limitan a la educación a distancia: también enriquecen las actividades en el aula.
- f) Los entornos virtuales de aprendizaje integran tecnologías homogéneas y heterogéneas, además de múltiples enfoques pedagógicos.
- g) La mayoría de los entornos virtuales se superponen con los entornos físicos.

**Característica 1:** Un entorno virtual de aprendizaje es un espacio de información diseñado.

Cualquier sitio *web* es un espacio de información construido. Sin embargo, en muchos casos, este espacio de información es solo un *collage* de archivos HTML. Nos referimos a la “arquitectura” de la información en lugar de la “estructura” u “organización” de la información para enfatizar el hecho de que la estructura es el resultado del análisis de los requisitos funcionales del entorno. Para los entornos de aprendizaje, los requisitos funcionales son las condiciones favorables en donde se desarrolla el aprendizaje, en el cual se contemplan, entre otras cosas:

- Las condiciones materiales necesarias para la implementación del curso.
- Las relaciones interpersonales básicas entre profesores y estudiantes.
- La organización y disposición espacial del aula.
- Las pautas de comportamiento que en ella se desarrollan.

- El tipo de relaciones que mantienen las personas con los objetos y entre ellas mismas.
- Los roles que se establecen y por último.
- Las actividades que se realizan.

El uso actual del entorno virtual de aprendizaje no se limita a espacios de información bien estructurados, pero esperamos que este criterio se vuelva más destacado, a medida que la gestión de contenidos se convierta en un problema principal para todos los profesores involucrados en entornos virtuales de aprendizaje. Los diseñadores tienen que desarrollar una mejor comprensión de la relación funcional entre cómo se estructura y representa la información y cómo se puede utilizar en las actividades de aprendizaje e interacciones. El mismo reto lo abordan los desarrolladores en las aplicaciones de la inteligencia artificial a la educación, es decir, descubrir la relación entre la representación del conocimiento, esquemas y rendimiento del sistema.

**Característica 2:** Un entorno virtual de aprendizaje es un espacio social.

Un libro difícilmente puede describirse como un entorno de aprendizaje. Pero leer un libro en un seminario, discutir con otros estudiantes, escribir un resumen para el profesor, constituyen un entorno de aprendizaje. Así mismo, un conjunto de páginas *web* no constituye un entorno de aprendizaje virtual a menos que haya interacción social sobre o alrededor de la información. La interacción puede tomar muchas formas, incluyendo sincrónica, por ejemplo, chat o MUD (por sus siglas en inglés de *multi user domains* o *multi user dungeon*, que significa “dominios multiusuario”) o asincrónica con el uso de correo electrónico, foros, por citar algunos, además de la comunicación uno a uno, o uno a muchos, o muchos a muchos, basado en texto o audio y video, o incluso comunicación indirecta como compartir objetos.

Lo que es específico de los entornos virtuales en comparación con cualquier espacio de información es que está poblado [Dieberger, 1999]. Los usuarios están dentro del espacio de información y ven una representación de sí mismos y/o de otros en el espacio. Tan pronto como los estudiantes ven que otros usuarios están interesados por cierto tipo de información, el espacio se vuelve inherentemente social. Dourish y Chalmers, [1994] han introducido la noción de “lugar” para enfatizar que el espacio tiene un impacto social. Los lugares son “entornos en los que las personas interactúan” [Munro et al., 1999]. Los lugares toman sentido de las configuraciones de la acción social. Los lugares proporcionan lo que se denomina un “encuadre conductual apropiado” [Dourish, 1999].

Durante los últimos años, la noción de espacio social se ha explorado ampliamente abriendo interesantes posibilidades, por ejemplo:

- El espacio social se puede representar explícitamente. Es decir, los estudiantes pueden dejar rastro de su presencia en una sala o en una página. Ver qué área ha sido visitada

por otros estudiantes es un modo indirecto de interacción conocido como “navegación social” [Munro et al., 1999].

- El espacio social se puede representar a través de gráficos en el que los estudiantes son los nodos y el grosor del enlace entre dos nodos representa el número de mensajes electrónico entre dos estudiantes. La fusión entre las técnicas de análisis de redes sociales [Nurmela et al., 1999] y los entornos virtuales de aprendizaje es una vía prometedora para la investigación en el campo de estudio de la enseñanza-aprendizaje.

**Característica 3:** El espacio virtual está explícitamente representado.

La representación del entorno de aprendizaje abarca desde interfaces basadas en texto hasta la salida gráfica 3D más compleja como la simulación. El elemento clave no es la representación en sí misma, sino lo que los estudiantes realmente hacen con esta representación. Se ha observado que el espacio virtual influye en el comportamiento de los usuarios incluso cuando el espacio solo se describe mediante texto [Dillenbourg et al., 2002a]. No obstante, las representaciones no son neutrales; influyen en el trabajo del estudiante. La mayoría de las veces, la justificación para usar representaciones de modelos dinámicas es motivadora. Se da por sentado que las buenas representaciones desencadenan actitudes positivas hacia el medio ambiente.

Sin embargo, sería difícil justificar que la interfaz de los entornos virtuales de aprendizaje debería seguir siendo menos atractiva que la de otros softwares. No obstante, las representaciones del espacio tienen un impacto en el proceso de aprendizaje más allá de los aspectos motivacionales. Estos son algunos ejemplos:

- El espacio virtual puede admitir la navegación.
- El espacio virtual pretende imitar los espacios físicos, la información se estructura en diversos espacios de manera similar a la que se haría por ejemplo dentro de un museo, estructurando y organizando la información en salas que los estudiantes pueden ir recorriendo.
- El espacio virtual puede admitir la segmentación de los estudiantes que se distribuyen en salas virtuales para el desarrollo de entornos de ejercicio y práctica.

El razonamiento sobre “quién está (dónde) en el espacio virtual” nos dice sobre “quién está (y ha estado) haciendo qué”. En términos generales, las herramientas de concientización informan a los usuarios sobre lo que otros están haciendo en el espacio de trabajo y son importantes para facilitar las tareas colaborativas.

**Característica 4:** Los estudiantes no solo son activos, sino también actores.

En los entornos basados en la *web*, las actividades de aprendizaje van desde los cuestionarios de opción múltiple hasta la resolución de problemas. De hecho, las simulaciones también son entornos virtuales de aprendizaje. Aunque en un principio se limitaban a modelos fisico-matemáticos, ahora cubren un amplio espectro de dominios como la economía, la política, la biología. Sin embargo, lo que es más específico de los entornos virtuales de aprendizaje es el conjunto de actividades en las que los estudiantes construyen y comparten objetos. Los estudiantes no se limitan a consumir información en la red, sino se convierten en productores de información.

A menudo, la actividad de escritura es en sí misma el objetivo educativo, pero en muchos casos, es sólo el punto de final que impulsa una serie de actividades previas. En otras palabras, la noción de una actividad de aprendizaje dentro de los entornos virtuales de aprendizaje se refiere a algo más enriquecedor que un material didáctico individual, es más cercano a la noción de proyecto. La diferencia entre otros entornos constructivistas y lo que ofrecen potencialmente los entornos virtuales puede describirse como el hecho de que los estudiantes no sólo son activos, sino también actores, es decir, miembros y contribuyentes del espacio social y de la información.

**Característica 5:** Los entornos virtuales de aprendizaje no se limitan a la educación a distancia.

Muchos cursos basados en la *web* combinan la distancia y la presencia, lo que hace que los entornos de aprendizaje sean más sólidos. Sea cual sea la tecnología utilizada, todas las herramientas tienen limitaciones intrínsecas. Estas limitaciones se convierten, con el tiempo, en verdaderos obstáculos para el aprendizaje. Incluso una pequeña cantidad de presencialidad puede resolver algunos de los problemas que difícilmente pueden resolverse a distancia. Las actividades basadas en Internet están ahí para enriquecer las actividades de aprendizaje presencial, no para sustituirlas. El enriquecimiento puede ser sólo un complemento.

Este no es el caso de los entornos virtuales de aprendizaje. Aunque no podemos predecir cómo influirán los entornos virtuales de aprendizaje en la eficacia de este, un punto importante para tener en cuenta es que, para los profesores, un espacio virtual es un espacio abierto, un espacio donde pueden probar nuevos enfoques.

En otras palabras, el principal efecto de los entornos virtuales de aprendizaje en los sistemas educativos puede ser la revitalización de la enseñanza fuera de la Red. Harasim [1999] señala que los profesores, que trabajaban a tiempo parcial para la educación a distancia, cambiaron su estilo de enseñanza incluso fuera de internet, incluyendo prácticas de aprendizaje más colaborativas, viéndose menos como proveedores de conocimientos y más como facilitadores.

Esta es la cara positiva de la moneda, pero también existe una cara negativa: profesores que gastan mucha energía para encontrar recursos, profesores que tratan de reinventar la rueda,

profesores que dedican toda su energía a la tecnología en lugar de los objetivos educativos [C. Depover citado por Dillenbourg, 1999]. En ese sentido las cuestiones tecnológicas son complejas e importantes. El desarrollo actual está a veces demasiado impulsado por la tecnología en lugar de por los objetivos pedagógicos. No debemos, como reacción, despreciar las cuestiones tecnológicas. Por el contrario, el reto es llegar a una comprensión profunda de la relación entre las opciones tecnológicas, o incluso técnicas, y los procesos de enseñanza/aprendizaje. En especial, queremos enfatizar aquí que sigue siendo necesario desarrollar nuevas tecnologías que apoyen funciones pedagógicas y cognitivas específicas.

**Característica 6:** Los entornos virtuales de aprendizaje integran tecnologías homogéneas y heterogéneas, además de múltiples enfoques pedagógicos.

Un entorno de aprendizaje virtual integra una variedad de herramientas que apoyan múltiples funciones: información, comunicación, colaboración, aprendizaje y gestión. Las tecnologías heterogéneas son aquellas donde “sitios” diferentes utilizan diferentes sistema de administración de bases de datos (DBMS), siendo cada uno esencialmente autónomo, la heterogeneidad se debe a que los datos de cada base de datos (BD) son de diferentes tipos o formatos. En los sistemas homogéneos, todos los sitios emplean idéntico software de gestión de base de datos, son conscientes de la existencia de los demás sitios y acuerdan cooperar en el procesamiento de las solicitudes de los usuarios. Esto es evidente en los campus virtuales; dada su amplitud, tienen que cumplir funciones administrativas como la gestión e inscripción de participantes a cursos, el almacenamiento y recolección de registros académicos. Los lugares virtuales tienen que reproducir la mayoría de las funciones que se pueden encontrar en un campus real: inscripción, asistencia, actividades culturales o recreativas. La integración de las tecnologías también está presente en los entornos de aprendizaje más pequeños. La propia idea de entorno incluye esta noción de integración.

La palabra integrado se refiere a realidades bastante distintas. Existe una integración tecnológica y otra pedagógica, y ambas pueden variar en cuanto al grado de complejidad. La tecnología para el desarrollo de cursos en línea ha aumentado la integración técnica. En el grado más bajo de integración, se pueden colocar diferentes programas informáticos en la misma página *web*. En ese sentido la integración se limita al hecho de que las dos aplicaciones aparecen en la misma ventana.

Se alcanza un mayor grado de integración cuando las aplicaciones comparten o intercambian estructuras de datos. Por ejemplo, Si el estudiante introduce una respuesta que las técnicas de concordancia de patrones estándar de los cuestionarios auto evaluables no pueden analizar, el sistema emite un mensaje al profesor para que le dé su retroalimentación o evaluación. Este ejemplo muestra que la integración técnica apoya la integración pedagógica. Es decir, el diseñador no tiene que elegir entre la auto instrucción o la tutoría, sino que decide utilizar

ambas, la auto instrucción como base y la tutoría cuando sea necesaria.

En la actualidad los diseñadores pueden seleccionar lo mejor de cada enfoque pedagógico (el uso de una tecnología no excluye otra), y centrarse en la comprensión de qué tipos de interacciones son relevantes para qué objetivos de aprendizaje.

**Característica 7:** La mayoría de los entornos virtuales se superponen con los entornos físicos.

Los entornos virtuales de aprendizaje no sólo integran una variedad de herramientas de *software*, sino que además integran todas las herramientas físicas que se disponen en un aula. Por supuesto, existen algunos entornos virtuales “puros”, diseñados para planes de estudios completamente a distancia. Pero la mayoría de los entornos virtuales de aprendizaje incluyen una variedad de recursos de aprendizaje no informáticos, es decir una variedad de interacciones que no están mediadas por ordenador: discusiones cara a cara entre estudiantes, conferencias del profesor, discusiones en grupo, juegos de rol, entre otras.

Sin embargo, el debate no se centra sobre lo que es virtual y lo que no lo es, sobre dónde acaba el entorno físico y dónde empieza el virtual. Es más una cuestión filosófica interesante, más compleja que la simple diferencia entre elementos informáticos y no informáticos. En el aspecto práctico de nuestro estudio, no es necesario trazar una frontera entre el mundo físico y el virtual, la clave es integrarlos, no separarlos. La continuidad entre los objetos físicos y virtuales se hace evidente ahora que aparecen herramientas de simulación por computadora, que conectan los modelos reales con su representación computarizada de estos.

Se trata por lo tanto de objetos físicos, pero acoplados a una representación en el espacio virtual, que pueden ser utilizados para interacciones que no son posibles en el mundo físico.

Es el mismo caso con los sistemas de pantalla única: varios estudiantes interactúan en directo frente a la misma pantalla, pero con ratones diferentes. Aunque sus acciones se realizan en el espacio virtual, la mayor parte de sus interacciones se producen en el mundo físico.

### 6.1.1 Dimensión tecnológica y dimensión educativa del EVA

Con base en lo anteriormente expuesto y retomando la definición presentada en el marco teórico por Mueller [2011], “los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) son un entorno de aprendizaje mediado por tecnología”. Un EVA está conformado por un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica, su principal característica de acuerdo con Salinas [2011] es la interactividad como estrategia para favorecer el contacto entre docentes, estudiantes y materiales de aprendizaje. La versatilidad de los EVA permite adecuarse a diferentes propuestas, procurando en todo momento que el diseño tecnológico, acompañe al modelo



pedagógico.

De la definición de estos entornos se puede indicar que estas dos dimensiones se interrelacionan y potencian entre sí. Según Salinas [2011], la dimensión tecnológica está representada por las herramientas o aplicaciones informáticas con la que está construido el entorno, y sirven de soporte o infraestructura para el desarrollo de las propuestas educativas.

Diferenciándose entre un tipo de EVA a otro en términos de su complejidad y de las herramientas con las que están desarrollados, permitiéndoles una mayor integración de características funcionales a los EVA y, por lo tanto, las potencialidades educativas que cada uno de ellos ofrecen, los distingue al servir de soporte a distintas actividades de aprendizaje. No obstante, todo EVA están orientados a posibilitar cuatro acciones básicas en relación con la propuesta:

- La publicación de materiales y actividades.
- La comunicación o interacción entre los miembros del grupo.
- La colaboración para la realización de tareas grupales.
- La organización de la asignatura.

En síntesis, la dimensión tecnológica determina la estructura o arquitectura del EVA, permitiendo el desarrollo de acciones educativas sin necesidad de que docentes y estudiantes coincidan en el espacio o en el tiempo. Mientras que la dimensión educativa de un EVA está representada por el proceso de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla en su interior.

Según Salinas [2011], la dimensión educativa se trata de un espacio humano y social, esencialmente dinámico, basado en la interacción que se genera entre el docente y los estudiantes a partir del planteamiento y resolución de actividades didácticas. Un EVA promueve el aprendizaje a partir de procesos de comunicación multidireccional; se trata, por lo tanto, de un ambiente de trabajo compartido, para la construcción del conocimiento con base en la participación activa y la cooperación de todos los miembros del grupo.

## 6.2 Desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje

Tanto la ingeniería como la educación son disciplinas que encajan en la definición de ciencias artificiales de Simon [2019]. El diseño de software y el diseño instruccional son campos que tienen metodologías y propósitos similares. El modelo de cascada de diseño de *software* y el diseño de sistemas de instrucción (DSI) representan dos modelos genéricos de los respectivos campos. Ambos modelos constan de cinco pasos. El modelo en cascada incluye Analizar, Diseñar,

Implementar, Probar y Mantener. El modelo DSI especifica Analizar, Diseñar, Desarrollar, Implementar y Evaluar. Maher e Ingram [citado en Tripp y Bichelmeyer, 1990] señalan que, en ambos campos, los diseñadores intentan ser sistemáticos al abordar problemas grandes y complejos. Los diseñadores de ambos campos intentan aportar prácticas ordenadas y reproducibles a disciplinas dominadas por profesionales de forma individual.

Ambos modelos definen el uso de procedimientos de evaluación formativa en el desarrollo de sistemas. Y se enfrentan a limitaciones similares en la planificación, el presupuesto, la programación y el seguimiento del desarrollo de los materiales. Teniendo en cuenta el gran número de similitudes y las pequeñas diferencias existentes, los profesionales de ambos campos han utilizado a menudo modelos similares en sus esfuerzos por crear materiales eficaces.

Aprovechando el aumento de las capacidades de las herramientas de desarrollo de software, los diseñadores de software han comenzado a utilizar la metodología de diseño denominada “*rapid prototyping ping*” (prototipado rápido “*ping*”). Lantz [1986] ha definido la creación rápida de prototipos de *software* como una “... metodología de desarrollo de sistemas basada en la construcción y el uso de un modelo de un sistema para diseñar, implementar, probar e instalar el sistema”. En esta metodología, tras una declaración sucinta de necesidades y objetivos, la investigación y el desarrollo se llevan a cabo como procesos paralelos que crean prototipos, que luego se prueban y que pueden evolucionar o no hacia un producto final.

Dadas las similitudes entre la ingeniería de *software* y el diseño instructivo, especialmente el diseño instructivo para la instrucción basada en la computadora, la creación rápida de prototipos puede ofrecer todas las mismas ventajas en el desarrollo instructivo que ofrece en el desarrollo de *software*. Tripp y Bichelmeyer [1990] argumentaron que la creación rápida de prototipos es aún más apropiada para el diseño instructivo porque permite la flexibilidad necesaria cuando se trata de la mayor complejidad de un campo intensivo en factores humanos como el proceso de instrucción.

### 6.3 Modelo de prototipado rápido

Como señalamos en el marco teórico la “creación rápida de prototipos” es un enfoque de diseño adaptado al campo del DI desde la disciplina de la ingeniería del *software* por Tripp y Bichelmeyer [1990]. Según ellos, al igual que en la ingeniería del *software*, la creación rápida de prototipos en DI es “la construcción de un modelo del sistema para diseñar y desarrollar el propio sistema”. Se centra en la retroalimentación continua o formativa, y establece que las decisiones de DI deben tomarse sobre la marcha como respuesta a la participación del estudiante en el proceso de aprendizaje. Este enfoque de diseño se ha citado a veces como una forma de

mejorar el modelo genérico ADDIE, y está pensado para la instrucción de una lección, en lugar de todo un plan de estudios.

La figura 6.1 representa los eventos que ocurren en un entorno de prototipado rápido, cuando el prototipado se utiliza específicamente como método para el diseño instruccional. Los recuadros superpuestos pretenden representar el hecho de que los distintos procesos no se producen de forma lineal. En otras palabras, el análisis de las necesidades y el contenido depende en parte de los conocimientos que se obtienen al construir y utilizar realmente un prototipo de sistema de instrucción. Al igual que en el desarrollo de *software*, la creación rápida

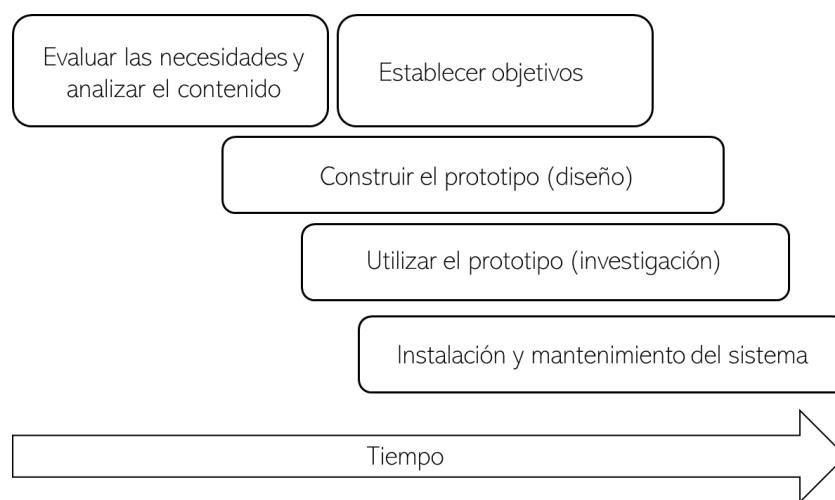


Figura 6.1: Enfoque de creación de prototipos para el diseño de *software* [Tripp y Bichelmeyer, 1990]

de prototipos en el diseño de sistemas de instrucción consiste en la construcción de un modelo del sistema para diseñar y desarrollar el propio sistema. El proceso comienza, como en la mayoría de los modelos tradicionales de diseño instruccional, con el análisis de las necesidades, el contenido y una declaración de objetivos tentativos. La declaración de objetivos en esta etapa es simplemente la definición de un plan para el diseño instruccional. Como plan, cumple dos funciones [Streibel, 1989]: comunicar a todos los implicados el propósito de la instrucción y delinear las tareas que el estudiante seguirá. El prototipo rápido continúa con los procesos paralelos de diseño e investigación, o de construcción y aplicación. Se asume que la comprensión total de las necesidades, el contenido y los objetivos es un resultado del proceso de diseño y no una aportación al mismo.

Una parte fundamental en el desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje a través del proceso de creación de prototipos es la fase aplicación del diseño con los estudiantes potenciales. La fase de aplicación es la acción situada en la que el estudiante desarrolla habilidades cognitivas y aprende contenidos. Durante la aplicación, el diseñador observa al estudiante y le formula

preguntas para descubrir los puntos fuertes y débiles del prototipo. Como resultado de la fase de aplicación, el estudiante y el diseñador tienen experiencias de aprendizaje separadas que están determinadas por sus planes individuales, sus reflexiones y reconstrucciones cognitivas de la experiencia de aplicación. Tanto el estudiante como el diseñador se ven afectados por la fase de aplicación en el sentido de que obtienen nueva información mediante la resolución de problemas, pero aún más importante, la aplicación implica la detección de problemas.

Para el diseñador, el descubrimiento de nuevos problemas da lugar a la modificación de los objetivos tentativos o a la creación de otros nuevos. Con estos objetivos, el proceso de creación rápida de prototipos comienza de nuevo. Para la evaluación, la observación detallada y el interrogatorio de una pequeña muestra de sujetos pueden ser muy reveladora. La finalidad de un proyecto de diseño es el desarrollo de un sistema apropiado, no una generalización. Es decir, un sistema de instrucción debe adaptarse a una situación específica y no tiene por qué tener una aplicabilidad general.

La creación rápida de prototipos presupone un entorno de diseño que permita sintetizar y modificar rápidamente los sistemas de instrucción. Sin un entorno de este tipo, resulta ineficaz y, por tanto, pierde su atractivo. Para que la creación de prototipos sea eficiente y eficaz, se necesitan ciertos tipos de medios. La creación rápida de prototipos requiere la disponibilidad de herramientas (principalmente programas informáticos) que ofrezcan modularidad y plasticidad. La modularidad permite añadir, eliminar o modificar un segmento de la unidad didáctica sin que ello afecte de manera grave las interacciones de los demás segmentos o a la unidad en su conjunto. Ejemplos de medios modulares son los programas informáticos orientados a objetos, como Moodle.

El segundo requisito, la plasticidad, se refiere a la capacidad de cambiar aspectos de una unidad de instrucción con sólo pequeñas penalizaciones de tiempo o costos. La plasticidad es difícil de conseguir con la mayoría de los medios de enseñanza. Los libros de texto, las películas, los video, las diapositivas, las grabaciones de audio e incluso las transparencias se crean utilizando tecnologías que hacen que la revisión sea tediosa o costosa una vez que se desarrolla el producto inicialmente. Una vez más, los programas informáticos como Moodle ofrecen un alto grado de plasticidad para el diseño instructivo. Por lo tanto, es probable que sólo en el contexto de la instrucción basada en computadora la creación rápida de prototipos sea una metodología viable. Aunque la creación rápida de prototipos de instrucción siempre se puede llevar a cabo si se dispone de suficiente dinero y recursos humanos; se ha convertido principalmente en una metodología práctica de diseño de instrucción dentro del entorno moderno de desarrollo de software.

Aunque sostenemos que el modelo de prototipado rápido es factible cuando existe la disponibilidad de medios modulares y plásticos, además de ser más compatible con los procesos de diseño del mundo real que los modelos tradicionales de diseño instruccional, no pretendemos sugerir que se ignore el cuerpo de conocimientos existente en el campo del diseño instruccional. En efecto, la experiencia de generaciones de diseñadores e investigadores de instrucción constituye un *corpus* teórico que sirve de plataforma para otras actividades de diseño. Además, los enfoques analíticos tradicionales ofrecen un buen primer paso en el proceso de diseño.

Al tratar estos factores, se requiere un modelo de diseño instruccional que pueda proporcionar plasticidad y modularidad que permita adaptarse a las variaciones que se producen en cada nueva situación de uso.

La flexibilidad del sistema de instrucción es también la clave para hacer frente a situaciones en las que la predicción es problemática. En estas situaciones, la creación rápida de prototipos es más apropiada que los modelos tradicionales de diseño instructivo porque no se basa en principios generales que estandarizan cada situación de aprendizaje forzándolas a todas a entrar en moldes similares. La predicción de problemas es un cuestión menor en el modelo de prototipado rápido porque el análisis inicial sólo pretende ser un punto de partida. Los planes pueden cambiarse fácilmente durante las fases de investigación, desarrollo e incluso en la aplicación, porque el modelo aprovecha la flexibilidad del medio utilizado para crear la secuencia y la estrategia de instrucción.

Hasta este punto, el propósito de este capítulo ha sido principalmente señalar las características del entorno de diseño que hacen del prototipado rápido un modelo plausible de diseño y desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje; hemos intentado hacer una breve introducción a los términos, las etapas y las operaciones utilizadas en el prototipado rápido, para que los lectores puedan tener una cierta comprensión de los aspectos prácticos de esta metodología.

Sin embargo, el prototipado rápido tiene tendencia a fomentar métodos de diseño informales que pueden introducir más problemas de los que eliminan. La creación de prototipos puede conducir a una filosofía de diseño por reparación, que no es más que una excusa para la falta de disciplina. De acuerdo con Tripp y Bichelmeyer [1990] este fallo puede evitarse si se tienen en cuenta las siguientes cuestiones:

- La creación de prototipos no elimina la necesidad de un análisis previo. No puede ayudar si la situación no es susceptible de diseño instructivo.
- Un prototipo no puede sustituir completamente a un análisis en papel.
- Puede haber muchos problemas de diseño instructivo que no se aborden con el prototipo.

- La creación de prototipos puede llevar a un compromiso prematuro con un diseño si no se toma en cuenta que un diseño es sólo una hipótesis.
- La creación de prototipos puede reducir la creatividad al eliminar el impulso de encontrar mejores diseños.

## 6.4 Modelo de prototipado para entornos virtuales de aprendizaje combinado

Nuestro modelo particular no enfatiza la primera fase, el análisis. Antes de que se cree la instrucción, es necesario determinar la necesidad de esa instrucción en términos de qué problema dentro de la organización se resolverá mediante el uso de nuevas habilidades, o qué oportunidad se puede aprovechar debido a las nuevas habilidades en la organización. Este paso es de vital importancia para el éxito del proceso de diseño; sin embargo, existen excelentes libros que describen los procesos de análisis del desempeño y evaluación de las necesidades. Daremos solo una breve descripción más adelante del proceso de análisis para crear un contexto para el resto del modelo.

Tomando en cuenta los que establecimos en el capítulo 4 acerca de que el término diseño instruccional se utiliza como un término general que incluye todas las fases del proceso de diseño de sistemas de instrucción (DSI). El término diseño se incluye en el nombre general del proceso y también es el nombre de uno de los principales subprocesos.

Los modelos de diseño instruccional se basan, en parte, en muchos años de investigación sobre el proceso de aprendizaje. Cada componente del modelo se basa en la teoría y, en la mayoría de los casos, en la investigación que demuestra la efectividad de ese componente. El modelo reúne en un todo coherente, muchos de los conceptos que ya podrían haberse encontrado en una variedad de situaciones educativas.

El componente de estrategia instruccional de nuestro modelo describe cómo el diseñador utiliza la información del análisis de lo que se va a enseñar, a fin de formular un plan para el desarrollo de la instrucción dentro de un entorno virtual de aprendizaje. El proceso de instrucción está centrado en el componente interactivo del proceso, es decir, el tiempo en que los instructores y los estudiantes interactúan con el prototipo en la fase de investigación. El resultado es algún producto o combinación de productos y procedimientos que se implementan. Los resultados se utilizan para determinar si se debe cambiar el sistema y, de ser así, cómo.

Nuestro enfoque original de este componente del modelo está fuertemente influenciado con algunos componentes del modelo de Dick y Carey (DC), específicamente retomamos la idea

de que, a partir de la identificación de los objetivos, el análisis del estudiante y del contexto; establecer los objetivos de rendimiento en una fase temprana, nos permite definir los instrumentos de evaluación antes del desarrollo de la estrategia de instrucción. Esto garantiza que la instrucción esté correctamente enfocada y que los objetivos, la instrucción y la evaluación sean congruentes entre sí, dando lugar a diseños que se ejecutan de forma más eficiente dentro del entornos de creación de prototipos.

Asimismo, todas y cada una de las etapas de la instrucción forman parte de un ciclo iterativo de revisión; por lo tanto, las evaluaciones formativas como las sumativas son parte también de un proceso continuo de retroalimentación y modificación.

En este punto, intentaremos delinear los supuestos que creemos que hacen del prototipado rápido y del modelo de Dick y Carey algo más que unos modelos alternativos de diseño instruccional. Sobre la base de estos supuestos, creemos que la metodología combinada de ambos modelos representa un cambio paradigmático en la comprensión de la naturaleza y el propósito del campo del diseño instruccional. El modelo, tal como se presenta aquí, se basa no solo en la teoría y la investigación, sino también en una cantidad considerable de experiencia práctica en su aplicación.

Como se muestra en la Figura 6.2, el modelo se desarrolla en cuatro etapas: análisis preliminar, creación del prototipo (diseño y desarrollo), aplicación del prototipo (investigación, evaluación y retroalimentación) y finalmente de la instalación y mantenimiento del sistema. En la etapa de análisis preliminar, se realiza un análisis de contexto y de necesidades; se establece de manera provisional la arquitectura del sistema, que permita incorporar las características funcionales mínimas para el diseño del EVAC.

### 6.4.1 Fase de análisis

El análisis de necesidades constituye el eje de las relaciones que se producen entre los distintos procesos de desarrollo de un curso. En la figura 6.3 el análisis de necesidades se sitúa en el centro y pretende representar la compleja red de interacciones que se establecen entre los distintos procesos.

El primer paso en el modelo es determinar qué es lo que se desea que los estudiantes puedan hacer cuando hayan completado su instrucción. El objetivo de instrucción puede derivarse de una lista de objetivos, de una evaluación de necesidades, de la experiencia práctica con las dificultades de aprendizaje de los estudiantes (necesidades subjetivas), del análisis de los contenidos (necesidades objetivas), de la didáctica específica de la materia (metodología), del análisis de las personas que están desarrollando el entorno, o de algún otro requisito para la

6.4. MODELO DE PROTOTIPADO PARA ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE COMBINADO

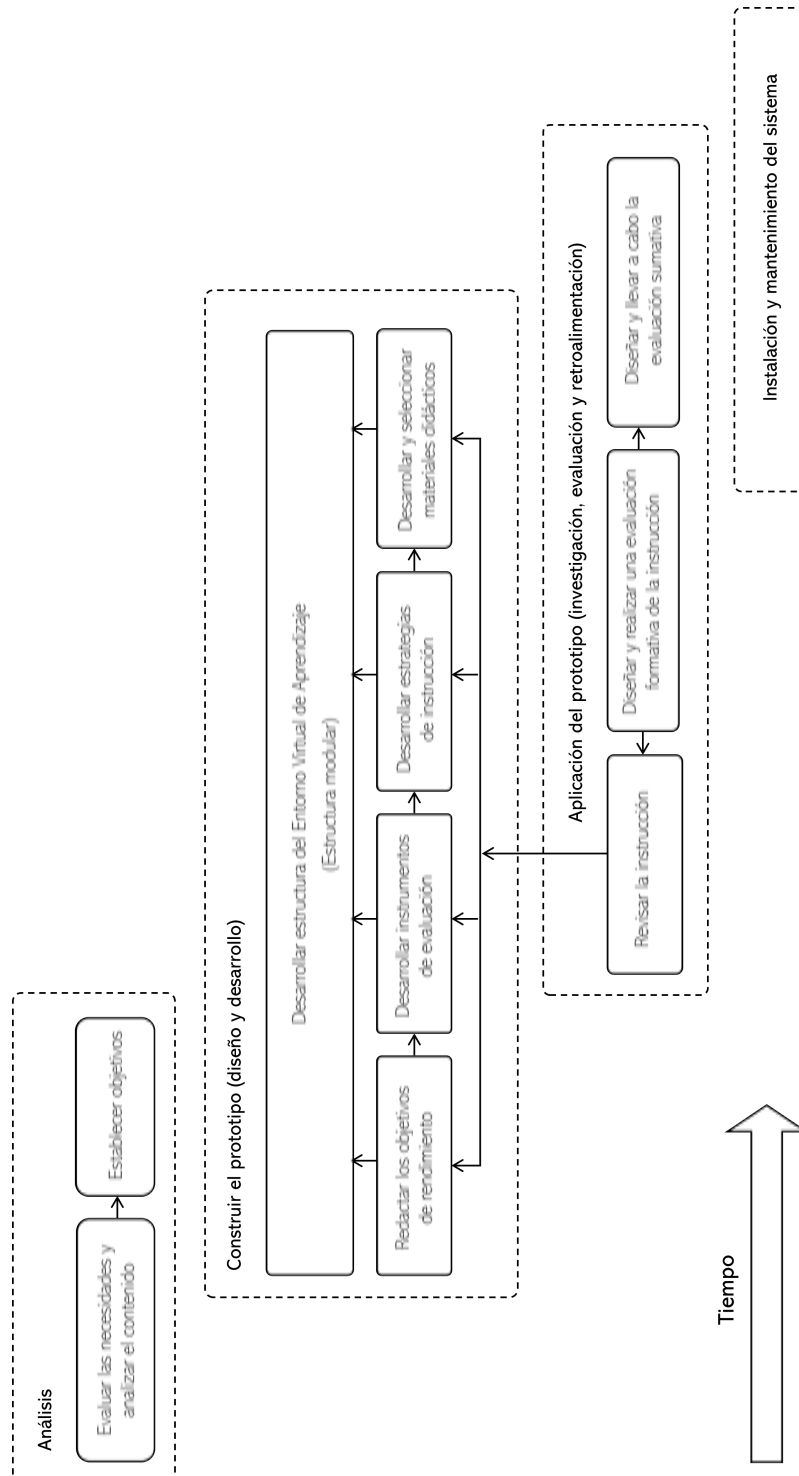


Figura 6.2: Modelo de prototipado para el desarrollo de EVAC (Elaboración propia)



nueva instrucción, que permita extraer datos a fin de determinar las necesidades objetivas.

Después de haber identificado el objetivo de instrucción, se determina paso a paso lo que

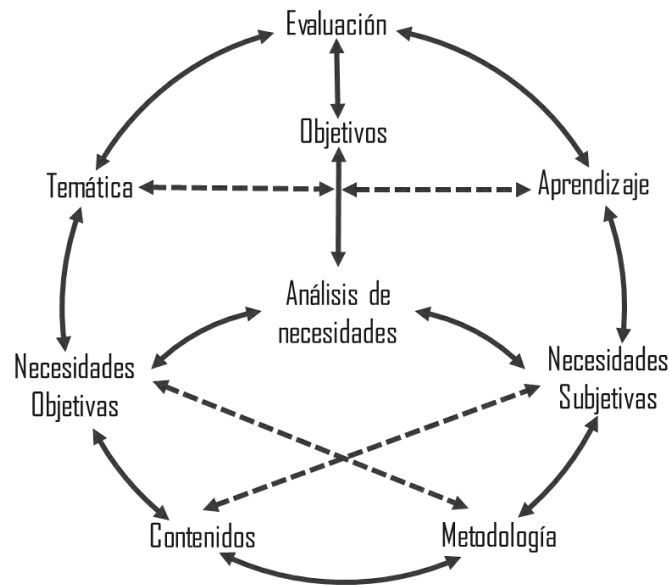


Figura 6.3: Analisis de necesidades (Adaptado de Santa-Cecilia, 2000)

las personas estarán haciendo cuando realice ese objetivo (análisis instruccional). El paso final en el proceso de análisis instruccional es determinar qué habilidades, conocimientos y actitudes, conocidos como comportamientos de entrada, se requieren de los estudiantes para poder comenzar la instrucción. Es recomendable producir un diagrama que represente las relaciones entre todas las habilidades que se han identificado.

Además de analizar el objetivo de instrucción, hay un análisis paralelo de los estudiantes, el contexto en el que aprenderán las habilidades y el contexto en el que las utilizarán. Las habilidades, preferencias y actitudes actuales de los estudiantes se determinan junto con las características del entorno de instrucción y el entorno en el que eventualmente se utilizarán las habilidades. Esta información es esencial para dar forma a varios de los pasos sucesivos en el modelo, especialmente la estrategia de instrucción.

#### 6.4.2 Fase de construcción del prototipo

En la etapa de prototipado, se llevan a cabo cuatro subprocesos: “establecer objetivos de rendimiento”, “desarrollar instrumentos de evaluación”, “desarrollar una estrategia de instrucción”, “desarrollar y seleccionar materiales de instrucción”. Cada subproceso completa la creación del prototipo.

Como señalamos al inicio de este capítulo, un entorno virtual de aprendizaje es un espacio de información diseñado y estructurado para lo cual requiere de una arquitectura que permita organizar de manera jerárquica y lógica la información, ganando con ello interactividad y navegabilidad dentro de los distintos espacios sociales. Para ello es necesario que los contenidos temáticos del curso se distribuyan modularmente. Los cuatro subprocesos se realizan iterativamente en cada uno de los módulos de modo que permita la aplicación del primero módulo dentro del entorno de forma temprana y continuar con los demás a lo largo del curso. Al hacerlo, se obtiene tiempo suficiente para que el diseñador investigue, evalúe y retroalimente sobre la sesión completada y mejorar la siguiente.

Cada ciclo de creación de los módulos del prototipo se centra en el diseño, la implementación y la evaluación. Para ello el ciclo inicia a partir de “establecer los objetivos de rendimiento”. Basado en el análisis de instrucción y la declaración de comportamientos de entrada, se escriben declaraciones específicas de lo que los estudiantes podrán hacer cuando completen la instrucción. Estas declaraciones, que se derivan de las habilidades identificadas en el análisis instruccional, determinan las habilidades que se deben aprender, las condiciones bajo las cuales se deben realizar las habilidades y los criterios para un desempeño exitoso.

El segundo paso es “desarrollar instrumentos de evaluación”. En función de los objetivos que se hayan establecido, se desarrollan evaluaciones de manera paralela que midan la capacidad de los estudiantes para realizar lo descrito en los objetivos. Es de especial interés relacionar el tipo de comportamiento descrito en los objetivos con lo que requiere la evaluación.

El tercer paso consta del desarrollo de una estrategia de instrucción. Con base en la información de los pasos anteriores, y del análisis instruccional, se identifica la estrategia que se empleará en la instrucción para lograr el objetivo terminal. La estrategia incluye secciones sobre actividades previas a la instrucción, presentación de información, práctica y retroalimentación, pruebas y actividades de seguimiento. Las estrategias de manera general se basan en las teorías actuales del aprendizaje y en los resultados de las investigaciones del aprendizaje más recientes; no obstante, de la flexibilidad para asumir cualquier modelo pedagógico, es importante señalar que la presente propuesta se basa en la aplicación de un modelo combinado que permite transitar de modelos objetivistas a constructivistas cuando sea el caso, mediante el aprendizaje basado en simulación. Además del modelo pedagógico, las estrategias de aprendizaje requieren de las características del medio que se utilizará para impartir la instrucción, el contenido que se enseñará y las características de los estudiantes que recibirán la instrucción. Estas características se utilizan para desarrollar o seleccionar materiales o para desarrollar una estrategia para la instrucción interactiva en el aula.

Una vez establecida la estrategia, el cuarto paso es el “desarrollo y selección de materiales de instrucción”. En este paso la estrategia de instrucción se utiliza para producir los componentes para la enseñanza-aprendizaje. Esto generalmente incluye el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje como, actividades de inducción, aprendizaje o cierre, además de materiales de instrucción y exámenes. (Cuando usamos el término materiales de instrucción, estamos incluyendo todas las formas de instrucción, como libros electrónicos interactivos, simuladores para la instrucción, módulos para estudiantes (applets), video, formatos multimedia basados en computadora y páginas *web* para el aprendizaje a distancia. Pretendemos que el término materiales tenga esta amplia connotación). La decisión de desarrollar materiales originales depende del tipo de aprendizaje que se enseñará, la capacidad técnica del software, las capacidades del sistema para la implantación del EVAC, y principalmente de las habilidades tecnológicas del diseñador.

### 6.4.3 Fase de aplicación del prototipo

Como señalamos anteriormente la aplicación del prototipo con los estudiantes potenciales, es el elemento distintivo del modelo, la implementación examina cómo se llevan a cabo las actividades de aprendizaje, los roles que desempeñan tanto el instructor como los estudiantes, y qué experiencias y desafíos enfrentaron. La aplicación del prototipo es la acción situada en la que el estudiante desarrolla habilidades cognitivas y aprende contenidos. Durante la aplicación, la evaluación tiene como objetivo recopilar los comentarios de los estudiantes sobre el diseño y la implementación del prototipo; investigar los puntos fuertes y débiles de este con el fin de determinar cómo se podría mejorar aún más. Como resultado de la fase de aplicación, el estudiante y el diseñador tienen experiencias de aprendizaje separadas que están determinadas por sus planes individuales y sus reflexiones y reconstrucciones cognitivas de la experiencia de aplicación.

En la fase de aplicación se obtienen nueva información mediante el diseño y puesta en marcha de una evaluación formativa de la instrucción. Después de completar un borrador de la instrucción, se lleva a cabo una serie de evaluaciones para recopilar datos que se utilizan para identificar cómo mejorar la instrucción. Los tres tipos de evaluación formativa se conocen como evaluación uno a uno, evaluación en grupos pequeños y evaluación de campo. Cada tipo de evaluación proporciona al diseñador un tipo diferente de información que se puede utilizar para mejorar la instrucción.

El paso final (y el primer paso en un ciclo de repetición) es revisar la instrucción. Los datos de la evaluación formativa se resumen e interpretan para tratar de identificar las dificultades experimentadas por los estudiantes en el logro de los objetivos y relacionar estas dificultades con deficiencias específicas en la instrucción.

En la revisión de la instrucción los datos de una evaluación formativa no se utilizan simplemente para revisar la instrucción en sí, sino que se utilizan para reexaminar la validez del análisis instruccional y las suposiciones sobre los comportamientos, características de entrada de los estudiantes y respuesta del sistema. Los datos obtenidos indican si es necesario reexaminar las declaraciones de los objetivos de rendimiento, y los elementos del entorno a la luz de los datos recopilados. Se revisa la estrategia instruccional y finalmente todo esto se incorpora en las revisiones de la instrucción para convertirla en una herramienta de instrucción más efectiva.

Aunque la evaluación sumativa es la evaluación culminante de la efectividad de la instrucción, generalmente no es parte del proceso de diseño. Es una evaluación del valor o valor absoluto y/o relativo de la instrucción y ocurre solo después de que la instrucción ha sido evaluada formativa y suficientemente revisada para cumplir con los estándares del diseñador.

A pesar de que este componente no se considera una parte integral del proceso de diseño instruccional, tiene como fin validar la viabilidad del proyecto de diseño, y transitar del prototipo al producto final de un entorno virtual de aprendizaje apropiado.

## **6.5 Autorregulación en el entorno virtual de aprendizaje combinado (EVAC)**

Existe la tendencia de asumir que la buena pedagogía está relacionada con el aprendizaje individualizado. Esta idea ve a los estudiantes como entidades separadas con objetivos y necesidades de aprendizaje únicos que requieren apoyo personalizado. A diferencia con el aprendizaje individualizado, el aprendizaje personalizado enfatiza la noción de que los estudiantes consideran que los entornos dados para el aprendizaje son personalmente relevantes.

La perspectiva personal implica que los estudiantes asumen la responsabilidad de sus procesos de aprendizaje y de las herramientas que utilizan. Esta perspectiva permite desarrollar cursos y servicios para el aprendizaje personalizado sin tomar como punto de partida las diferencias individuales de cada estudiante. El aprendizaje personalizado se basa en tres teorías interrelacionadas:

- El constructivismo entiende el aprendizaje como el proceso en el que las personas construyen activamente conocimientos, conceptos y competencias a través de la interacción con su entorno.
- El pensamiento reflexivo enfatiza que la práctica de instrucción no debe simplemente apuntar a involucrar a los estudiantes en el nivel de presentación de información para su comprensión y uso, sino también dirigirlos a los meta-niveles de aprendizaje.

- El aprendizaje autorregulado se centra en los procesos cognitivos y de comunicación a través de los cuales los estudiantes controlan su aprendizaje.

Un concepto clave del aprendizaje autorregulado es la “motivación” la cual impulsa al estudiante a realizar una serie de tareas que los profesores le proponen como mediación para el aprendizaje de los contenidos curriculares. Por lo tanto, apoyar la motivación de los estudiantes es un objetivo del aprendizaje personalizado. La motivación se basa en tres factores clave: la controlabilidad percibida, el valor percibido de la tarea de aprendizaje y la autoeficacia percibida para ella. Estos aspectos dependen críticamente de la comprensión de los estudiantes de su propio proceso de aprendizaje y su situación personal en la tarea de aprendizaje. Por lo tanto, es necesario apoyar la conciencia de los estudiantes sobre los objetivos de aprendizaje, su progreso y el contexto en el que se encuentra su aprendizaje.

Un aspecto central de este capítulo es presentar una estructura para personalizar las experiencias de aprendizaje y apoyar la autorregulación en entornos virtuales de aprendizaje combinados (EVAC). Le sigue la descripción de un prototipo, desarrollado para la plataforma Moodle, que comienza a dar expresión concreta a la perspectiva reconsiderada sobre la personalización descrita aquí.

El aprendizaje personalizado se deriva de estimular y apoyar a los estudiantes en la autorregulación de sus procesos de aprendizaje. Esto tiene implicaciones para el diseño de entornos virtuales de aprendizaje combinados.

Significa que los estudiantes no solo tienen acceso a material para leer, sitios *web* para explorar o tareas y pruebas para realizar, sino también a herramientas para monitorear estas actividades. Desde nuestro punto de vista, el apoyo personalizado al estudiante basado en este enfoque tiene un mayor impacto en las variables clave que crean propiedad y responsabilidad por el aprendizaje personal.

### 6.5.1 Aprendizaje personalizado y control

El control del usuario en el EVAC es un aspecto central para la personalización. En los entornos virtuales de aprendizaje combinados se pueden distinguir cuatro tipos de control:

- El control del sistema se produce al diseñar un EVAC y está representado por las decisiones de diseño de los diseñadores y desarrolladores de un EVAC. Esto incluye el aspecto de un EVAC, así como sus funciones y los flujos de trabajo que impone.
- El control organizativo incluye todas las restricciones, personalizaciones y regulaciones que son específicas de un EVAC. Esto incluye el reflejo de la identidad organizativa, así

como las herramientas y funciones que están disponibles para todos los usuarios en la instancia del EVAC.

- El control del profesorado define la estructura educativa real de las unidades de aprendizaje. Esto incluye el tipo y la disponibilidad del material de aprendizaje, la disponibilidad de las herramientas que los estudiantes pueden utilizar, así como la disposición de estas herramientas que también abarca su uso previsto. Este tipo de control suele denominarse diseño instructivo;
- El control del estudiante refleja las formas en que los estudiantes pueden tomar el control de sus procesos de aprendizaje.

El aprendizaje formal suele producirse gracias a elementos externos pre estructurados combinados con un espacio de posibilidades que se abre sólo en el momento mismo del aprendizaje. El aprendizaje personalizado no requiere que los estudiantes tengan todo el control sobre su entorno de aprendizaje, sino que requiere cierto control por parte de los estudiantes. Esto puede ser tan sencillo como proporcionar información explícita, actualizada y comprensible que sirva para supervisar y analizar el propio aprendizaje.

Estos 4 sistemas de control sirven de apoyo a la navegación. En este caso, el seguimiento del estudiante se utiliza para mostrar qué competencias y temas del curso se han completado con éxito y qué temas quedan por aprender. Estas herramientas educativas suelen requerir un modelo adicional de conceptos y competencias que se acopla estrechamente al material del curso. La retroalimentación ayuda a los estudiantes a reflexionar sobre el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, se puede suponer que la información procedente del seguimiento del usuario ayuda a los estudiantes a examinar su posición en el proceso de aprendizaje y a regular su actividad de aprendizaje.

## 6.6 Un prototipo de entorno virtual de aprendizaje combinado

Basado en la arquitectura de sistemas, este prototipo utiliza los conceptos, las preocupaciones, los requisitos y los principios de diseño transmitidos por los diferentes puntos de vista discutidos hasta el momento incluida la autorregulación abordada anteriormente.

Aprovechando la plataforma Moodle para adoptar una arquitectura que refleje la actividad del estudiante utilizando servicios de la *web* 2.0. Se ha diseñado especialmente un curso en línea a pequeña escala para integrar el prototipo y para que sirva de campo de juego para futuros desarrollos y estudios experimentales. El tema de este curso es la semejanza y congruencia. Se ha diseñado según un patrón pedagógico denominado aprendizaje basado en simulación.

El prototipo, cuyos primeros componentes se presentan a continuación, pretende comprobar la viabilidad técnica y corroborar el valor pedagógico del aprendizaje basado en simulación dentro de los entornos virtuales de aprendizaje combinado. El enfoque combinado en que se basa el desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje en este estudio abarca las tres perspectivas principales del aprendizaje de una manera integrada y complementaria.

Como hemos señalado anteriormente el término aprendizaje combinado o mixto se utilizó por primera vez en la literatura estadounidense y significaba una combinación de enseñanza tradicional y enseñanza basada en la tecnología utilizando diferentes formas de tecnología para respaldar una amplia variedad de métodos pedagógicos. Lo que en realidad se aborda como aprendizaje combinado es una variedad de enfoques de instrucción para satisfacer las necesidades pedagógicas de los estudiantes en función de sus preferencias y estilos de aprendizaje únicos [Thomas, 2010]. Convencionalmente se denomina “instrucción híbrida”, y de manera general, el aprendizaje combinado es un aprendizaje que se facilita mediante la combinación eficaz de diferentes modos de impartición, modelos de enseñanza y estilos de aprendizaje. Se basa en una comunicación efectiva entre todas las partes involucradas en un curso.

Para que se pueda dar un aprendizaje óptimo, el marco pedagógico de esta propuesta está respaldada por una combinación de las filosofías pedagógicas de las teorías del aprendizaje objetivista y cognitivista, basadas en epistemologías instructivistas y constructivistas de manera complementaria. Reigeluth [2013] sostiene desde una perspectiva pragmática que los elementos del conductivismo, cognitivismo y constructivismo pueden y deben combinarse en modelos instructivos.

A pesar de lo que muchos críticos digan, el conductismo también tiene ventajas y sigue siendo una forma válida de aprendizaje, especialmente para conceptos que requieren habilidades blandas más que las cognitivas. Por lo que el uso de estrategias conductistas se justifica plenamente dentro del modelo combinado que se propone, las razones de uso se basan en las siguientes afirmaciones.

Ejercicio y práctica. Una de las bases del conductismo es la “práctica” que puede ser muy eficaz y prácticamente útil para los profesores, en la que se incluye la repetición en el aprendizaje, la presentación de estímulos fuertes y variados, la planificación cuidadosa, la secuenciación de los eventos de aprendizaje, y la especificación de objetivos virtuales de aprendizaje (OVA) que sean alcanzables y medibles acordes al resultado del aprendizaje esperado.

La redacción de objetivos o metas en forma de resultados de aprendizaje tangibles es una consecuencia del conductismo. La categorización taxonómica de Bloom del aprendizaje en los dominios cognitivo, afectivo y psicomotor se demuestra en el comportamiento observable

[Bloom, 1956]. El conductismo proporciona los principios implícitos en el modelo ADDIE de diseño instruccional. Las características del conductismo se relacionan bien con las posibilidades de la tecnología digital que permite desarrollar sistemas de simuladores por computadora con respuestas de prueba y error, además de proporcionar adaptación a través de la evaluación como parte del proceso de aprendizaje activo a través de la retroalimentación inmediata. De las ideas anteriores, se puede concluir que el conductismo tiene una influencia en el campo del aprendizaje, especialmente en la implementación de un EVAC.

Aunque los teóricos cognitivos reconocieron gran parte de los conceptos conductistas de estímulo y de las manifestaciones del comportamiento, consideran que “el aprendizaje implicaba la adquisición o reorganización de las estructuras cognitivas a través de las cuales los humanos procesan y almacenan información” [Mayer, 2004]. Muchas de las ideas actuales destinadas a facilitar el aprendizaje de los estudiantes se basan en nuestra conciencia de este procesamiento mental. Como resultado, los enfoques cognitivos enfatizan el pensamiento crítico y se utilizan cada vez más como una herramienta en la resolución de problemas en disciplinas específicas.

Ahora bien, es importante reconocer algunos de los elementos de la epistemología genética para reconocer la relevancia de esta teoría tiene en el desarrollo de los objetos virtuales de aprendizaje, que se alojan dentro del entorno virtual de aprendizaje. De Faroh [2007] señala que la epistemología genética afirma la existencia de las invariantes funcionales en el desarrollo cognoscitivo: para que se lleve a cabo un proceso de adaptación al medio, dos sub-procesos actúan en forma dialéctica, la asimilación incorporando información externa a la estructura cognitiva y esta última acomodándose para incorporar la información, todo ello de acuerdo con el nivel de desarrollo cognoscitivo del individuo.

Mediante un incesante juego de asimilaciones y acomodaciones la estructura alcanzará estados de equilibrio más estables que producen cambios cualitativos en dicha estructura. El concepto de adaptación es muy importante en esta teoría, ya que ésta se realiza a través de un proceso de equilibrio, el cual consta de un doble movimiento: uno de “asimilación” y el otro de “acomodación” que mantienen una interacción activa y dinámica. De acuerdo con Barrios [2018] para Piaget la asimilación es la incorporación de la información de experiencia a los “esquemas” que posee el individuo, es decir es el proceso de actuación sobre el medio, con el fin de construir internamente un modelo de este, siendo estos modelos conductuales y operacionales.

Al comienzo de la vida los modelos se basan en una actividad refleja, pero luego se van complejizando y marcando patrones de conducta, que llegan a convertirse en operaciones mentales. Luego la acomodación es el movimiento contrario y consiste en la modificación que sufre la estructura de los esquemas cuando una nueva información es ingresada a la psique, mediante



un proceso de asimilación; de esta manera la mente se estaría ajustando al medio, de modo tal que incorpora los nuevos datos de manera constante. Es así de esta forma, como el individuo desarrolla su inteligencia, cuando es capaz de utilizar los esquemas que fue construyendo a través de las experiencias sucesivas de vida y los reconstruye para formar las “estructuras” de pensamiento; dichas estructuras se manifiestan como una coordinación equilibrada de los esquemas que la integran.

En ese orden de ideas el modelo propuesto reproduce la realidad a través de las simulaciones por computadora, dentro de un contexto que le sea particularmente conocido al estudiante. Esta representación esquematizada de la realidad permite relacionar el objeto y a través del comportamiento dinámico de la simulación generar una percepción de la acción que ejerce el objeto, estos dos elementos en conjunto forman conceptos que son abstraídos a la mente en formas de esquemas. La multiplicidad de escenarios que se desarrollan dentro de la esta interfaz gráfica permite la desestabilización cognitiva a fin de promover en el alumno el pensamiento reflexivo y crítico.

Otra de las implicaciones del cognitivismo para el desarrollo de un OVA es el desarrollo del pensamiento formal en el que se va a producir una inversión de sentido entre lo real y lo posible, donde será lo real lo que esté subordinado a lo posible. De Faroh [2007] explica, que el sujeto que ha construido un pensamiento formal no se limita a contemplar solamente las relaciones aparentes entre los elementos que conforman un problema, sino que busca englobar esas relaciones con el conjunto de relaciones que concibe como posibles, con el objeto de evitar que posteriormente nuevos hechos resulten contradictorios. Es decir que la relación entre los objetos y su acción ya no resulta obvia, y se encuentran dentro de un conjunto de posibilidades que, deben ser deducidas por el sujeto mediante operaciones lógicas de pensamiento.

Para concebir lo posible el pensamiento formal, los OVA basados en simuladores ponen a disposición del alumno una variedad de operaciones virtuales como condición necesaria para conseguir un equilibrio más estable en las estructuras mentales. Es precisamente en la multiplicidad de operaciones virtuales que lleva al sujeto a plantearse hipótesis en cada situación específica, el alumno decide cuáles de ellas someter a prueba y luego ver si se demuestra o no. Los simuladores aumentan la capacidad de probar simultanea o sucesivamente varias de las hipótesis que se plantean, realizando una comprobación sistemática de las variables implicadas en una situación problemática, el alumno cuenta dentro de la simulación con el esquema de un control de variables, que le llevará eventualmente a aplicar variantes en su estrategia de manera sistemática a un factor del problema, mientras mantiene constantes los restantes factores, aplicando para ello un razonamiento deductivo que le llevará a establecer las verdaderas consecuencias de las acciones que ha efectuado sobre dicha hipótesis.

La propiedad más significativa que se manifiesta en el pensamiento formal es la capacidad de operar proposiciones verbales. Esto quiere decir que lógica de clases, afecta a los objetos que funcionalmente permite al sujeto un número muy superior de posibilidades operatorias, esta lógica de las proposiciones se puede ver reflejada ante problemas propuestos verbalmente o ante dispositivos experimentales en las que el alumno realiza sus operaciones mentales directamente.

El software de matemáticas dinámicas empleado en el desarrollo de simulaciones por computadora permite la incorporación de las representaciones gráficas a sus correspondientes expresiones algebraicas, de esta manera los alumnos desarrollan modelos y simulaciones mentales, como resultado de incorporar el carácter proposicional a las distintas representaciones semióticas de un concepto matemático. La parte instruccional de un problema asocia el lenguaje natural de una proposición a la traducción formal del lenguaje matemático, mientras que el componente dinámico del esquema o modelo de representación gráfica del problema flexibiliza la percepción necesaria en la construcción de significados de las operaciones.

Algunas más de estas características del cognitivismo corresponden bien con las posibilidades que brindan las tecnologías digitales, que permiten el desarrollo de entornos de aprendizaje guiados, más atractivos y centrados en el estudiante, activos y auténticos con el uso de materiales interactivos que promueven la individualización del aprendizaje.

El entorno de aprendizaje centrado en el estudiante constituye un importante elemento habilitador del constructivismo. De acuerdo con Thomas [2010], las personas aprenden mejor cuando pueden contextualizar lo que aprenden para una aplicación inmediata y un significado personal. En el proceso según Mayer [2004], el papel del aprendiz cambió de receptor de conocimiento a constructor de conocimientos, un aprendiz autónomo con habilidades metacognitivas para controlar sus procesos cognitivos; el maestro actúa como un facilitador que anima a los estudiantes a descubrir principios por sí mismos y construir conocimiento trabajando para resolver problemas realistas.

En esencia, el enfoque constructivista sostiene que la comprensión se obtiene a través de las interacciones con el medio ambiente por lo que la diferencia fundamental entre los EVAC y la educación objetivista consiste en que los problemas dirigen el aprendizaje, en lugar de servir de ejemplos de los conceptos y de los principios previamente enseñados. Los resultados del aprendizaje no pueden separarse de cómo se produce el aprendizaje; la cognición no descansa únicamente en el individuo, en la concepción constructivista del aprendizaje, se establece que el conocimiento es elaborado individual y socialmente por los alumnos basándose en las interpretaciones de sus experiencias en el mundo.

Con base en lo anterior las personas aprenden mediante la observación, el procesamiento y la interpretación mientras intentan comprender sus experiencias basándose en sus conocimientos previos, de manera que en la generación de OVA, se requiere generar un entorno contextualizado de un problema, en el cual dirige el aprendizaje. El comportamiento realista de las configuraciones de objeto y el ambiente gráfico, recrean una experiencia contextualizada en el alumno a través de las interacciones con el medio ambiente por lo que el aprendizaje se da como una interpretación personal del mundo y los conceptos internalizados pueden, en consecuencia, aplicarse en un contexto práctico del mundo real.

Con todas estas afirmaciones en contexto, además del enfoque centrado en el estudiante y la interactividad que proveen las simulaciones basadas en computadora, es lo que otorga al modelo de entornos virtuales de aprendizaje el enfoque combinado.

### **6.6.1 Dimensión tecnológica**

En un entorno de aprendizaje combinado, el potencial educativo de la tecnología se utiliza para transformar los eventos instructivistas en actividades centradas en el estudiante utilizando las simulaciones para la contextualización y representación/simulación de problemas, espacio de manipulación de problemas, casos relacionados, recursos de información, herramientas cognitivas, herramientas de conversación y colaboración, y apoyo social/contextual, e involucrar a los estudiantes cognitivamente activos.

El prototipo proporciona un enfoque modular que permite a los desarrolladores del sistema, a los instructores y a los estudiantes, aplicar los conceptos descritos anteriormente para la aplicación temprana del prototipo; llevando a cabo una serie de evaluaciones para recopilar datos que se utilizan para identificar los puntos débiles y determinar cómo se podría mejorar aún más.

En el desarrollo de nuestro prototipo se empleó la plataforma e-Learning de código abierto Moodle, ya que las propiedades de sus herramientas de diseño para el desarrollo de ecosistemas de aprendizaje virtual garantizan las dos características distintivas del prototipado, por un lado permite el desarrollo modular y por otro la plasticidad. La modularidad permite añadir, eliminar o modificar un segmento de la unidad didáctica sin que ello afecte de manera grave las interacciones de los demás segmentos o a la unidad en su conjunto, ni la interfaz de visualización del entorno, dejando a la vista de los estudiantes bloques determinados para su aplicación, y ocultos en proceso de desarrollo o modificación.

La plasticidad de los recursos y actividades de Moodle permite cambiar aspectos de una

unidad de instrucción con sólo pequeñas modificaciones. La plasticidad permite transformar una actividad en otra manteniendo ya sea el recurso incrustado o el carácter instructivo de la actividad.

Moodle contiene formas flexibles de visualización de la información que permiten añadir nuevas visualizaciones y sustituir las existentes, sin afectar a los datos subyacentes. Este requisito posibilita que se puedan utilizar diferentes visualizaciones de la misma información.

Con base en la experiencia y en la literatura especializada, el modelo propuesto sugiere que las unidades didácticas desarrolladas en los entornos virtuales de aprendizaje se estructuran en tres niveles: Información General, Unidad y Tema o en Información General y Tema, dependiendo de la extensión o estructura de los contenidos. La figura 6.4 presenta la estructura de un curso de forma esquemática.

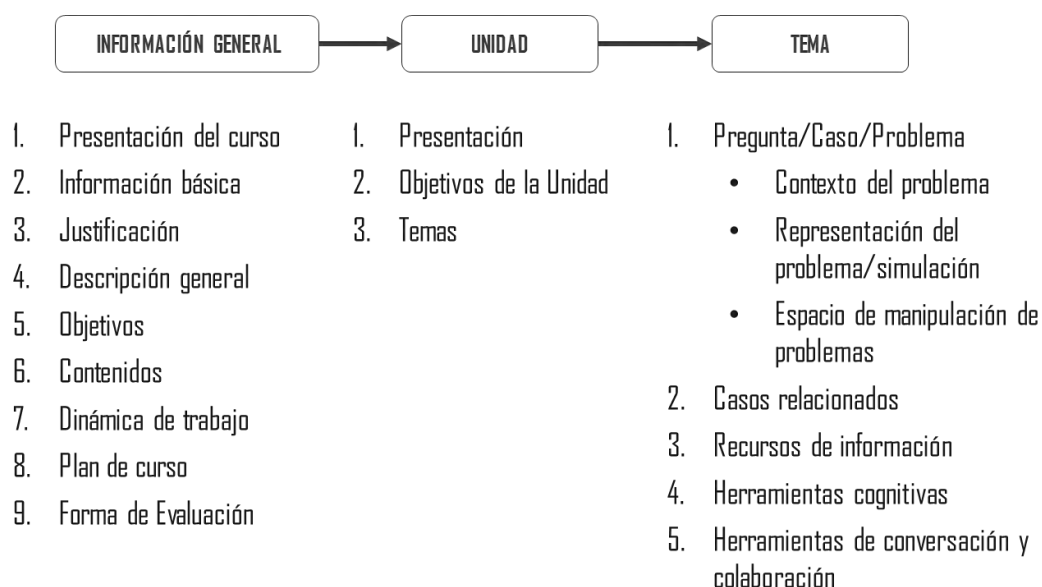


Figura 6.4: Estructura de un curso en línea (Elaboración propia)

**La información general** consiste en presentar al estudiante un panorama general y completo de lo que constituirá la temática central a desarrollar. El segundo, la unidad (o unidades) describen de manera detallada el conjunto de temas que la integran repartidas de acuerdo con la carga cognitiva dentro de las semanas que integran el curso y el tercero, el o los Temas, que constituye el mayor nivel de desagregación, es en este espacio donde se lleva a cabo el proceso de instrucción a través de la secuencia didáctica, incluye entre otros: los materiales y recursos de aprendizaje, el conjunto de actividades que le permitirán aprender los conocimientos, las habilidades y las actitudes deseadas. La figura 6.5 presenta la capa de

Información General montada en la plataforma de Moodle.



**Presentación del curso** ▾

El seguro de vida es un plan de mancomunidad de riesgos, un dispositivo económico a través del cual el riesgo de muerte prematura se transfiere del individuo al grupo. Sin embargo, la contingencia asegurada tiene ciertas características que la hacen única; como resultado, el contrato de seguro contra la contingencia es diferente en muchos aspectos de otros tipos de seguros.

Figura 6.5: Visualización de la capa de Información General (Elaboración propia)

La información general pretende apoyar al experto en contenido en la definición de la información general que deberá conocer el estudiante previo a su participación en el entorno. En particular, la Información General de un curso en línea incluye los siguientes elementos:

### 1. Presentación del curso

La función principal de este texto es generar un primer contacto del estudiante con los contenidos y el docente. El experto en contenido redacta el texto de forma clara y atendiendo al tipo de población a que va dirigido, pretendiendo dar un sentido motivador para familiarizar al estudiante con la temática, proporcionando una breve introducción al curso, destacando la finalidad de este de manera general.

### 2. Información básica

Brinda al estudiante los datos necesarios del curso o unidad temática dentro de un plan de estudios, contiene entre otros: la duración y créditos de la asignatura, nombre del curso, área curricular a la que pertenece, cursos antecedentes y posteriores.

### 3. Justificación del curso

Proporciona al estudiante la fundamentación teórica y práctica del curso, además de explicar la importancia de la construcción de determinadas competencias, conocimientos o habilidades promovidas en el curso. La justificación al igual que la presentación del curso, forman parte de

la estrategia para motivar al estudiante y promover un mayor interés y disposición por estudiar y aprender las habilidades o conocimientos que adquirirá durante el curso.

### 4. Descripción general

Consiste en un breve relato de las unidades o módulos, así como de los materiales y medios que el estudiante utilizará en el desarrollo de las actividades a lo largo del curso. La principal función de este apartado es involucrar al estudiante en el contenido y prepararlo para el comienzo de su proceso de aprendizaje.

### 5. Objetivos generales del curso

El establecimiento de la intención educativa es el eje central en la enseñanza y el aprendizaje, proporciona al docente una guía para orientar la instrucción y los procesos de evaluación; y al estudiante, la información de los conocimientos, las habilidades y actitudes que desarrollará. Los objetivos de aprendizaje deben ser suficientemente claros, amplios y precisos para evitar cualquier ambigüedad o confusión en los estudiantes acerca de lo que se espera de ellos.

### 6. Contenidos

Los cursos o experiencias educativas que se diseñan por primera vez requieren definir y secuenciar los contenidos de acuerdo con la dificultad o facilidad interna de cada uno de los temas, así como ordenarlos de lo simple a lo complejo y de lo general a lo particular, tomando en cuenta los conocimientos previos del estudiante y la población a la que va dirigido el curso. Por lo tanto, el contenido presenta de manera ordenada, las Unidades y Temas que integran el curso de acuerdo con la secuencia establecida en el programa de estudio, los contenidos siempre deben relacionarse directamente con los objetivos generales.

### 7. Dinámica de trabajo (*Syllabus*)

En esta sección se describen las principales actividades de aprendizaje a realizar, el uso adecuado de los medios de comunicación; se presentan los criterios de desempeño y participación en los medios de comunicación; así mismo se especifican los medios y la forma de entrega que el estudiante deberá cumplir y respetar en cada una de las actividades que emprenda. En particular, se le comunican las normas y criterios de desempeño establecidos para la entrega de trabajos, para participar en los medios de comunicación, las características técnicas que deberá satisfacer el equipo de cómputo empleado.

### 8. Plan de curso

Brinda al estudiante de manera ordenada y resumida las unidades y temas que conforman el curso; relacionando los productos que debe entregar, con los materiales y medio a emplear; de igual forma se especifican los medio y los periodos de entrega de dichas actividades. Su función es promover una mejor organización del tiempo para que pueda cumplir en tiempo y forma con cada una de las actividades propuestas. Es importante analizar la viabilidad del plan de curso teniendo como base la capacidad de realización por parte del estudiante, para no sobrecargar de actividades y al facilitador en la revisión y retroalimentación de estas.

### **9. Formas de evaluación**

En esta sección se informar al estudiante los requisitos que deberá cubrir para obtener una calificación aprobatoria, entre otras se precisan las fechas y los detalles de las formas de evaluación que deberá realizar, así como la ponderación. Este último elemento otorga al estudiante una visión de la valoración que cada ejercicio o actividad tendrá para integrar su calificación global. Los porcentajes deben estar determinados por el grado de complejidad o de esfuerzo que el estudiante deba aplicar en la realización de estas.

**La unidad (o unidades)** son el primer nivel de desagregación, por lo que este apartado no solo pretende apoyar en el proceso de diseño de cada una de las unidades temáticas, sino que además provee al proceso de diseño instruccional mostrado, la modularidad necesaria para la implantación temprana del prototipo. La modularidad no solo favorece el prototipado, sino que además confiere una característica esencial de los entornos virtuales de aprendizaje en la generación del espacio virtual; este primer nivel de desagregación garantiza la estructuración del espacio y la navegabilidad dentro del entorno. La figura 6.6 muestra la capa de la unidad (o unidades). Los elementos que integran una unidad son los siguientes:

#### **1. Presentación**

Al inicio de cada unidad se debe redactar un texto descriptivo de los temas que la integran, mostrando la secuencia en la que se presentan las unidades y la relación que tienen los conocimientos, las habilidades y las actitudes planteadas para el aprendizaje en la consecución de los objetivos generales.

#### **2. Objetivos de la Unidad**

Especifican los resultados de aprendizaje particulares que lograrán los estudiantes al concluir las secuencias de aprendizaje de los temas que la integran. Su redacción debe mantener la congruencia taxonómica y considerar el nivel de complejidad asociado con las competencias establecidas en los objetivos generales del curso.

#### **3. Contenidos de la Unidad**

The screenshot shows a navigation menu at the top with 'Información General' selected, followed by units 1 through 7. Below the menu, 'Introducción' and 'El riesgo' are visible. The main content area features a banner for 'Unidad 1 Actuaría a Distancia' with a medical icon. Below the banner is the section 'Introducción a la unidad' with a paragraph of text.

**El riesgo**

**Unidad 1**  
Actuaría a Distancia

Banner elaborado a través de Iconos diseñados por Freepik from [www.flaticon.es](http://www.flaticon.es)

**Introducción a la unidad**

Muchas veces hemos visto el metal destrozado de dos coches que han chocado en una autopista. Un camión de bomberos con su sirena sonando por la calle. Un edificio en el vecindario que se incendia, o hemos visto una ambulancia corriendo hacia el hospital. Estos acontecimientos trágicos despiertan en nosotros asombro y ciertas emociones. Una vez que el ruido y la emoción se han calmado, agradecemos que la pérdida no nos haya ocurrido a nosotros, e incluso podemos sentir pena por quien ha sufrido la pérdida. Pero al mismo tiempo nos sentimos aliviados de no haber sido uno de nosotros.

Figura 6.6: Visualización de la capa de la unidad (o unidades) (Elaboración propia)

Los cursos o experiencias educativas que se diseñan por primera vez requieren definir y secuenciar los contenidos de acuerdo con la dificultad o facilidad interna de cada uno de los temas, así como ordenarlos de lo simple a lo complejo y de lo general a lo particular, tomando en cuenta los conocimientos previos del estudiante y la población a la que va dirigido el curso. Por lo tanto, los Contenidos de la Unidad se presenta de manera ordenada que integran la unidad correspondiente de acuerdo con la secuencia establecida en el programa de estudio, los Contenidos de la Unidad siempre deben relacionarse directamente con los objetivos particulares y específicos para cada unidad.

**Temas de la Unidad.** Como señalamos al inicio de este capítulo una característica de los entornos virtuales de aprendizaje es la capacidad de organización de sus contenidos y objetivos de aprendizaje de forma atomizada o en pequeños bloques de información. Los Temas constituyen el nivel más desagregado de un curso en línea; de este modo, cada Tema de una Unidad representa un conjunto ordenado de conceptos, principios y procedimientos que tienen como finalidad contribuir al desarrollo de una determinada competencia en el estudiante. Este rasgo favorece la transición gradual y acumulativa de los conocimientos, habilidades y actitudes deseadas en el aprendizaje.

Los Temas se diseñan con el propósito de garantizar que los estudiantes finalmente obtengan todos los niveles de conocimientos, actitudes y habilidades. El enfoque particular o una combinación de enfoques utilizados se basan en la naturaleza de los resultados del aprendizaje





Figura 6.7: Visualización de la capa de Tema (Elaboración propia)

previsto y de la forma en que estos se evalúan. Los temas determinan los enfoques pedagógicos a adoptar y ayudan a desarrollar los principios pedagógicos en el diseño y desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje.

Posteriormente, el diseñador instruccional plasma la filosofía a la práctica real a través de un modelo de diseño pedagógico apropiado, que contribuye a desarrollar interacciones de aprendizaje, actividades y espacios de aprendizaje para involucrar a los estudiantes en el proceso de su aprendizaje, promoviendo así el interés en las actividades que debe realizar, destacando la importancia del logro de los objetivos de aprendizaje generales y particulares del curso.

Por lo tanto, el estudio de los temas permite al estudiante adquirir los conocimientos, las habilidades y las actitudes establecidas en los objetivos del curso y de cada una de las unidades que lo integran.

### 6.6.2 Dimensión pedagógica

Sobre la base del marco teórico de este estudio, el énfasis se estableció en la creación de un entorno de aprendizaje o un modelo que satisficiera las necesidades de una comunidad de estudiantes basada en las dimensiones pedagógicas identificadas a partir de la revisión de la literatura. En un entorno virtual de aprendizaje combinado, el potencial educativo de la tecnología se utiliza para transformar los eventos instructivistas en actividades centradas en el

estudiante, utilizando formatos más auténticos.

Para abordar la centralidad del estudiante, las actividades de enseñanza y aprendizaje deben diseñarse para que coincidan con el perfil del estudiante de forma individual. Así, la tecnología ayuda a mantener la orientación global del estudio constructivista al reducir las oportunidades de aprendizaje transmisivo en favor de experiencias transactivas y transformadoras, apoya también en desarrollo de buenas estrategias de evaluación que se integran en las tareas de aprendizaje.

El constructivismo es una rama relativamente reciente de la psicología cognitiva que ha tenido un gran impacto en el pensamiento de muchos diseñadores instruccionales. El pensamiento constructivista varía ampliamente en muchos temas, pero el punto central es que el aprendizaje supone siempre un producto único “construido” a medida que cada estudiante de manera individual combina nueva información con conocimientos y experiencias existentes.

Los individuos aprenden cuando construyen nuevas interpretaciones de los entornos sociales, culturales, físicos e intelectuales en los que viven. Debido a que el aprendizaje en la visión constructivista está tan entrelazado con las propias experiencias, un papel primordial del maestro es crear entornos de aprendizaje apropiados, a veces llamados escenarios problemáticos, en los que las experiencias de aprendizaje de los estudiantes son representaciones auténticas de prácticas reales en entornos aplicados.

A lo largo de este texto, hemos discutido los elementos característicos de los enfoques conductista, cognitivista y constructivistas adoptados y adaptados según corresponda para las variedades de estudiantes, resultados de aprendizaje, contextos de aprendizaje y contextos de rendimiento que se discutieron. El modelo de aprendizaje basado en simulación que proponemos incorpora un conjunto ecléctico de herramientas extraídas de cada una de estas tres posiciones teóricas principales de los últimos cincuenta años.

Como punto de partida definimos un entorno de aprendizaje como “. . . un lugar donde los estudiantes, ya sea individuos en contexto o aprendices en una comunidad, trabajan juntos y se apoyan mutuamente a medida que utilizan una variedad de herramientas y recursos de información en su búsqueda de objetivos de aprendizaje”, Esta definición de entorno de aprendizaje y su descripción son adecuadas, ya que el marco para este estudio está respaldado por una “comunidad de práctica” (es un grupo cuyos miembros coinciden para compartir y aprender a partir de intereses comunes) con un apoyo adecuado para el aprendizaje colaborativo a fin de contribuir a la calidad del aprendizaje. Un entorno de aprendizaje interactivo y colaborativo a menudo apoya el aprendizaje reflexivo y la autorregulación a través de la promoción de

habilidades y actitudes que permiten a los estudiantes asumir una responsabilidad cada vez mayor por su propio aprendizaje.

Las concepciones objetivistas del aprendizaje suponen que el conocimiento puede ser transferido por los profesores o transmitido por las tecnologías y adquirido por los estudiantes. Las concepciones objetivistas del diseño instruccional incluyen el análisis, la representación y la secuenciación de los contenidos y las tareas para hacerlos más predecibles y transmisibles.

Las concepciones constructivistas del aprendizaje, en cambio, asumen que el conocimiento se construye individualmente y es construido socialmente por los estudiantes a partir de sus interpretaciones de las experiencias en el mundo. Dado que el conocimiento no se puede transmitir, la enseñanza debe consistir en experiencias que faciliten la construcción del conocimiento.

Duffy y Jonassen [1992] señalan que el origen del “aprendizaje auténtico” se basa en gran medida en las construcciones teóricas del aprendizaje situado y los aprendizajes cognitivos. Los contextos y tareas auténticos son un componente integral de los entornos de aprendizaje situados. En contextos auténticos, los estudiantes tienen la oportunidad de participar en actividades relevantes que les ayudan a conectar su aprendizaje académico con situaciones y problemas de la vida real; en el contexto adecuado, los objetivos de instrucción evolucionan, a medida que avanza el aprendizaje. El contenido auténtico significa que los estudiantes participan en actividades que representan el mismo tipo de desafíos cognitivos que los del entorno laboral en el mundo real. Aunque el aprendizaje auténtico tiene similitudes con el aprendizaje basado en proyectos, para que una experiencia de aprendizaje sea verdaderamente auténtica los estudiantes deben realizar un trabajo que tenga un impacto o aplicación en el mundo real.

Sobre la base del modelo de Jonassen y Rohrer-Murphy [1999] para el diseño de entornos de aprendizaje constructivistas, tratamos de adaptar el uso de simuladores para la educación en las múltiples combinaciones de desarrollo posibles a través de herramientas contextuales y de transición de los modelos de caja opaca y caja de cristal analizadas en el capítulo anterior.

El modelo de Jonassen, concibe un problema, una pregunta o un proyecto como centro del entorno, con varios sistemas de apoyo interpretativo e intelectual a su alrededor. El objetivo del estudiante es interpretar y resolver el problema o completar el proyecto.

Los casos relacionados y los recursos de información apoyan la comprensión del problema y sugieren posibles soluciones; las herramientas cognitivas ayudan a los estudiantes a interpretar y manipular aspectos del problema; las herramientas de conversación/colaboración permiten a las comunidades de estudiantes negociar y reconstruir el significado del problema; y los sistemas

de apoyo social/contextual ayudan a los usuarios a poner en práctica el entornos de aprendizaje constructivistas (EAC).

Como hemos señalado ya en el capítulo anterior, las simulaciones tienen diferentes usos y alcances dependiendo del momento y formas de uso. Como punto de partida en nuestro modelo, las simulaciones se emplean para recrear algún aspecto de la realidad dentro del contexto en que se genera y establecer en estas situaciones problemáticas similares a las que los estudiantes se enfrentarían en algún momento y deberán resolver de forma independiente. La simulación es una forma de abordar el estudio de cualquier sistema dinámico, para ello es necesario contar con un modelo que describa el comportamiento del mismo, además de que se puedan distinguir las variables y parámetros que lo caracterizan.

### 6.6.2.1 Pregunta/Caso/Problema

Para la aplicación de simuladores dentro de un EVAC, la pregunta, el caso, o el problema que los estudiantes intentan resolver o solucionar constituye el objetivo de aprendizaje que los estudiantes pueden aceptar o adaptar; el problema impulsa el aprendizaje, en lugar de actuar como ejemplo de los conceptos y principios previamente enseñados. Los estudiantes aprenden el contenido del dominio para resolver el problema, en lugar de resolver el problema como una aplicación del aprendizaje.

De acuerdo con Jonassen [1994] la clave del aprendizaje significativo es la apropiación del problema o del objetivo de aprendizaje, debe proporcionar problemas interesantes, relevantes y atractivos para resolver. El problema no debe estar excesivamente circunscrito. Más bien, debe estar mal definido o estructurado, de modo que algunos aspectos del problema sean emergentes y definibles por los estudiantes.

Para Gaulin [2001] hablar de problemas “implica considerar aquellas situaciones que demandan reflexión, búsqueda, investigación y donde para responder hay que pensar en las soluciones y definir una estrategia de resolución que no conduce, precisamente, a una respuesta rápida e inmediata”. Los problemas del EVAC deben incluir tres componentes integrados: (a) el contexto del problema, (b) la representación o simulación del problema y (c) el espacio de manipulación del problema.

#### I. Contexto del problema

Las bases de las teorías de modelos mentales afirman que la mente desarrolla “modelos de realidad a pequeña escala” con base en la experiencia y utiliza estos modelos para pensar, predecir eventos futuros y proporcionar explicaciones. Una parte esencial de la representación del modelo es la descripción del contexto en el que se produce. Tessmer y Richey [1997] han

desarrollado un modelo conceptual y un conjunto de procesos para analizar y mapear el contexto físico, organizativo y sociocultural en el que se producen los problemas. La representación de un problema de la realidad en diferentes contextos socioculturales es distinta. Los simuladores deben describir en el planteamiento del problema todos los factores contextuales que lo rodean como por ejemplo: ¿Qué parte de la realidad representa el sistema? ¿Cuáles son los modelos subyacentes que describen el comportamiento del sistema? ¿Con qué precisión responde el sistema? ¿Qué variables del sistema queremos que el estudiante manipule? ¿Con que temas se vincula? Esta información debe ponerse a disposición de los estudiantes para comprender el problema.

Al resolver los problemas mal estructurados que caracterizan a la mayoría de los EVAC, los estudiantes deben saber cómo desarrollar argumentos para apoyar sus soluciones al problema. Simon [2019] distingue entre problemas bien estructurados y mal estructurados siendo los primeros los que habitualmente se plantean en la escuela y los últimos los que se presentan en la vida real tal distinción es mejorada por Frederiksen et al. [1984] , los problemas bien estructurados son claramente formulados, pueden resolverse con la aplicación de un algoritmo conocido y disponen de criterios para comprobar la corrección de una solución, mientras que los problemas mal estructurados carecen de formulación clara, de procedimientos que garanticen una solución y criterios para determinar cuándo se ha alcanzado una solución.

En este tipo de problemas no hay un algoritmo que nos permita llegar a una solución óptima, ya sea porque no hay información suficiente sobre los factores que afectan la solución, o porque hay tantos factores potenciales que no puede formularse ningún algoritmo que garantice una solución única que sea correcta. En estos casos, los estudiantes deben establecer los argumentos necesarios que proponer una posible solución el problema. Se considera proporcionar simulaciones por computadora congruentes con el razonamiento (descritas anteriormente) generadas por el desarrollador experto. Estos modelos simulados de los objetos del razonamiento proporcionan representaciones alternativas efectivas para ayudar a los estudiantes a percibir la estructura del razonamiento.

El propósito de la contextualización es facilitar la comprensión de los fenómenos o conceptos de estudio y tratar de que los estudiantes asocien las causas y efectos que producen los modelos subyacentes de la simulación para que puedan ser analizados y comprendidos de mejor manera. Los modelos mentales que los estudiantes con menos experiencia construyen para representar los problemas suelen ser defectuosos. A menudo atribuyen mal los componentes del problema o los conectan incorrectamente, por lo que intentan resolver el tipo de problema equivocado. Por eso es necesario perturbar los modelos mentales del estudiante. Cuando los modelos mentales previos que los estudiantes poseen de la realidad, no explican adecuadamente el entorno que

intentan manipular, se ven forzados a ajustar o adaptar el modelo para explicar las diferencias.

El aprendizaje basado en simulación comienza con una pregunta de respuesta incierta o controvertida (*big questions*). Deben fomentar la investigación, el debate y el pensamiento crítico. Las grandes preguntas no tratan solo de obtener las respuestas “correctas”, sino de aprender los métodos y habilidades necesarios para encontrar las respuestas. Una buena gran pregunta conectará más de un área temática. La alteración de la comprensión de los estudiantes puede lograr incorporando preguntas provocadoras (¿Has pensado en ...?, ¿Qué pasaría si cambio/modifico/etc. ...?, ¿Explica tu modelo ... ?). Un enfoque más sencillo es pedir a los estudiantes que confirmen o aclaren lo que ha ocurrido (¿Por qué se produjo esos resultados?). Otro enfoque para perturbar los modelos de los estudiantes es proporcionar puntos de vista o interpretaciones disonantes en respuesta a las acciones o interpretaciones de los estudiantes.

Por lo tanto, la tarea principal del alumno es inferir, a través de la experimentación. Las características del modelo subyacente a la simulación proporcionan modelos teóricos simplificados de procesos y fenómenos de la vida real. De la teorías sobre el aprendizaje por descubrimiento científico que toma dos espacios como conceptos centrales; el espacio de hipótesis se describe como un espacio de búsqueda que consiste en relacionar todas las reglas que posiblemente describen los fenómenos que se pueden observar dentro de la representación del problema, mientras que el espacio de experimento consiste en realizar comprobaciones a través de la manipulación de espacio del problema y hacer inferencias o conjeturas con base en la respuesta simulada del sistema. Aunque el énfasis principal consiste en la construcción de la estructura de los espacios de búsqueda.

En ese sentido la contextualización del problema contempla el modelado de la estrategia de instrucción a saber que existen dos tipos de modelado: el modelado conductual del desempeño manifiesto y el modelado cognitivo de los procesos cognitivos encubiertos. El modelado conductual en los EVAC demuestra cómo realizar las actividades identificadas en la estructura de la actividad. El modelado cognitivo articula el razonamiento (reflexión en la acción) que los estudiantes deben utilizar mientras realizan las actividades.

Veamos el siguiente ejemplo del contexto del problema para un caso de las biomatemáticas, concretamente sobre el modelo SIR de Mackendric que se muestra a continuación:

### **Simulación de un modelo SIR**

En el año 1978 se informó a la conocida revista *British Medical Journal* de un brote de influenza en un internado del norte de Inglaterra que se extendió del 22 de enero al 4 de febrero,

infectando a 512 de las 763 personas que estudiaban allí. En la figura 6.8 aparecen los datos del número de personas enfermas cada día. Se sabe además que la epidemia comenzó con un infectado. Los datos obtenidos fueron:  $I_0 = 1$ ,  $N = 763$  y  $I = 512$ , sustituyéndolos en los modelos se obtuvo la gráfica de la figura 6.9.

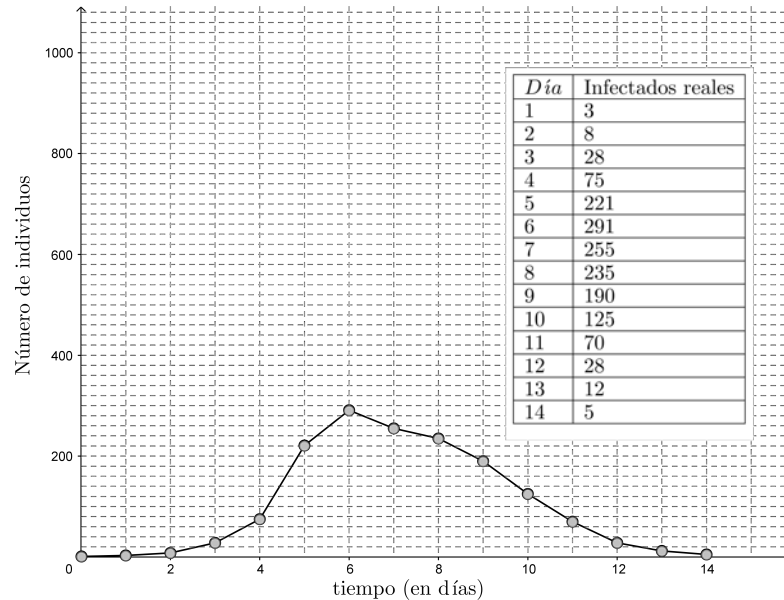


Figura 6.8: Datos del número de personas enfermas por día (Elaboración propia)

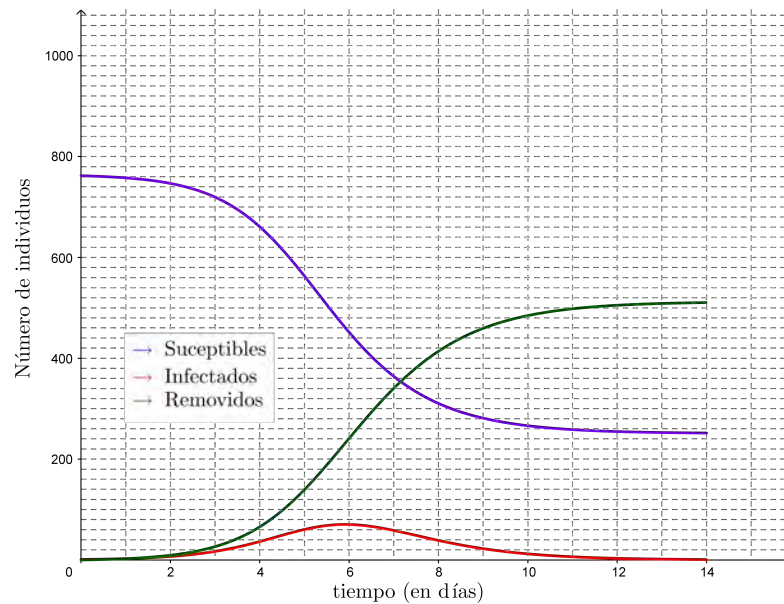


Figura 6.9: Gráfica del modelo SIR (Elaboración propia)

La población de susceptibles es de  $S_0 = 762$ , los individuos infectados son  $I_0 = 1$  y  $S_\infty = 251$  pues este último es el número de personas que sobrevivieron a la epidemia.

Con base en estos datos calcula las cantidades umbrales: número reproductivo básico ( $R_0$ ) y puesto que el periodo infeccioso fue aproximadamente 6 días entonces obtienen  $\gamma \approx ?$  y  $\beta \approx ?$ .

## II. Representación/simulación del problema

La representación del problema es fundamental para que el estudiante lo acepte. Es posible que la simulación y la realidad aumentada se conviertan pronto en los métodos por defecto para representar los problemas. Un aspecto fundamental de la simulación es la presencia de un modelo, de un sistema real o imaginario. En primer lugar, se debe establecer que parte de un sistema real se requiere representar, los modelos conceptuales y la representación deben coincidir con el modelo real. Específicamente la ejecución de un modelo de simulación debe producir un comportamiento idéntico al del fenómeno que se está examinando, debe producir un proceso que evolucione de manera autónoma, de un estado inicial a un estado final, como si tuviera vida propia.

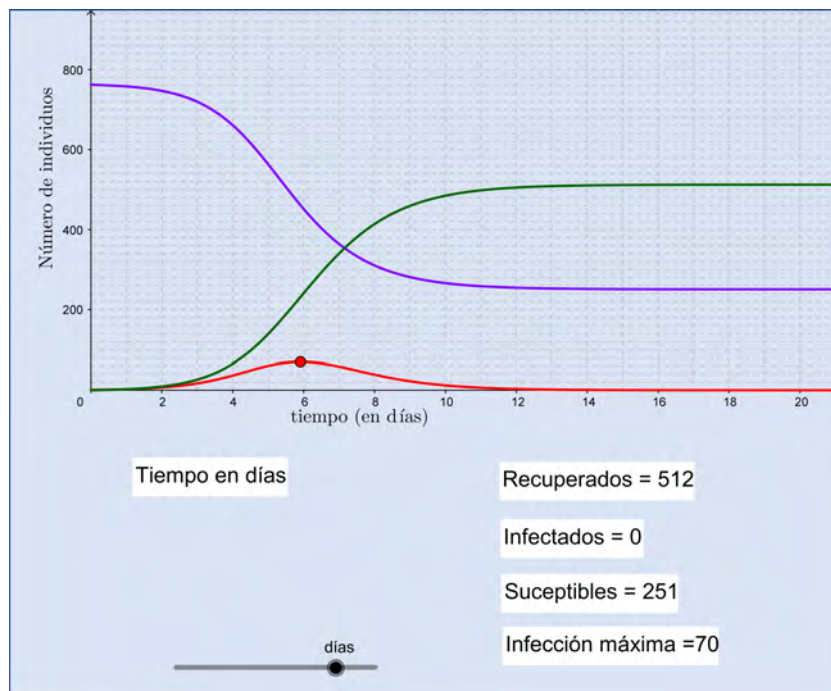


Figura 6.10: Simulador del modelo SIR (Elaboración propia)

De acuerdo con lo que se mencionó anteriormente sobre la teorías sobre el aprendizaje por descubrimiento científico, se puede construir la simulación a partir del diseño de un espacio de hipótesis, para ello un modelo de simulación requiere de una estructura para producir un comportamiento. En donde posteriormente, los estudiantes a través de la simulación deberían poder interpretar este proceso como la representación del comportamiento de un sistema real o



imaginario, ya que “una simulación imita un proceso por otro proceso”. El comportamiento mostrado en la simulación debe:

- Reproducir algunos aspectos de la evolución temporal de un sistema. Concretamente el espacio de manipulación del modelo debe limitarse a controlar la temporalidad del fenómeno y mostrar la evolución de las condiciones iniciales a las condiciones finales de la simulación u otras características.

Este proceso no debe considerarse definitivo, la simulación puede transformarse en un espacio de experimento, en donde los estudiantes deben poder modificarlo, cambiando las condiciones iniciales de la simulación u otras características. Por tanto, una simulación puede:

- Crear una variedad de comportamientos distintos en función de las condiciones iniciales o configuración de los parámetros que los estudiantes modifiquen. Estas propiedades permiten que un modelo se convierta en un objeto que se puede explorar y manipular de muchas formas diferentes; también puede producir comportamientos que no se pueden predecir simplemente examinando su estructura.

En el proceso de simulación se desarrolla en una secuencia de modelos intermedios (modelo conceptual, algorítmico, computacional,...) de un sistema real que es el “vehículo” de la simulación basada en computadora. La hipótesis que subyace a una simulación basada en computadora es que las causas que actúan en el modelo son del mismo tipo que las que actúan en el sistema real. La característica cognitivamente más importante de la simulación (mental o por computadora) debe buscarse, no tanto en su reproducción de una instancia fenoménica específica, sino principalmente en la categorización y el reconocimiento de patrones generales de cambio.

Para aumentar la eficacia en la representación simulada del problema es conveniente incorporar la narración como un método paralelo de la representación. De esta manera el contexto y la representación del problema se convierten en una historia sobre un conjunto de acontecimientos que conducen al problema que hay que resolver. La narración puede expresarse a través de una historia, y presentarse en forma de texto, audio o vídeo. Según Schank [1995], las historias son también el principal medio de representación del problema y de entrenamiento en los escenarios basados en objetivos. La simulación representa el problema en un contexto natural, mientras que las historias son un medio natural para transmitirlos.

Siguiendo con el ejemplo del modelo SIR de Mackendric la figura 6.10 muestra una simulación como forma de representar dinámica del problema, en el se observa que el único elemento con el que interactúa el estudiantes es con el tiempo, permitiéndole así una mayor comprensión de los modelos compartimentales o de cajas.

### III. Espacio de manipulación del problema

Una característica fundamental del aprendizaje significativo es la actividad consciente. Para que los estudiantes sean activos, deben manipular algo (construir un producto, manipular parámetros, tomar decisiones) y afectar al entorno de alguna manera. La teoría de la actividad describe las interacciones transformadoras entre el estudiante, el objeto sobre el que actúa y los signos y herramientas que median en esa interacción. El espacio de manipulación del problema proporciona los objetos, signos y herramientas necesarios para que el estudiante manipule el entorno.

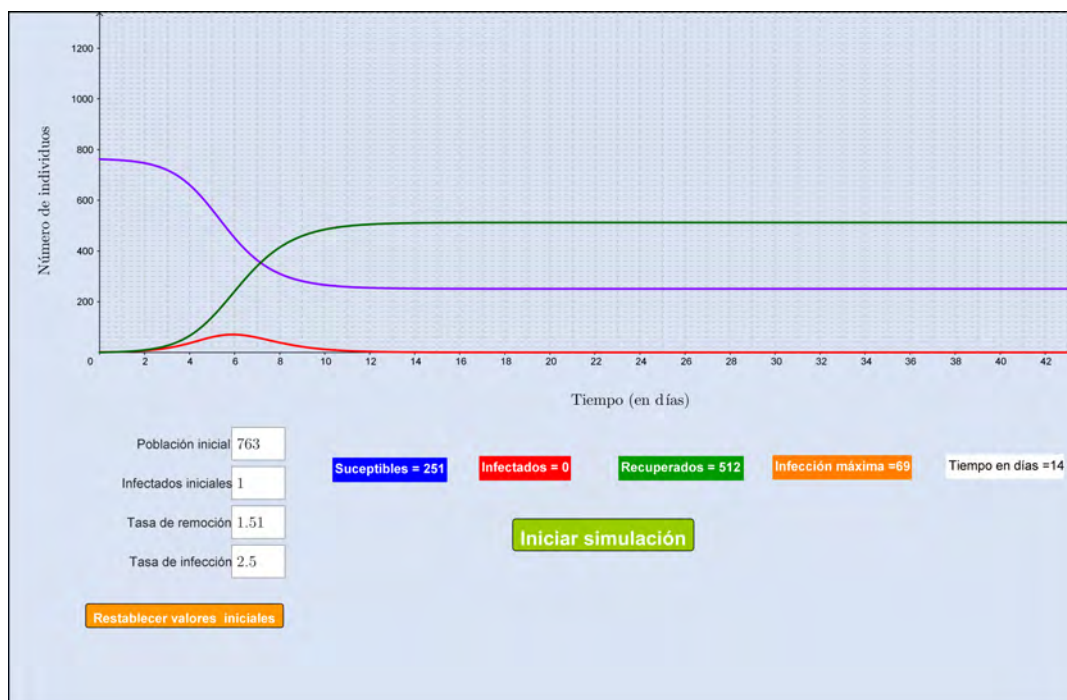


Figura 6.11: Simulador del modelo SIR como espacio de manipulación del problema (Elaboración propia)

Esto quiere decir que si un individuo tiene la capacidad para construir un modelo “a pequeña escala” de la realidad externa y de sus propias acciones posibles dentro de su cabeza, es capaz de probar varias alternativas, concluir cuál es la mejor de ellas, reaccionar ante situaciones futuras antes de que surjan, utilizar el conocimiento de eventos pasados para lidiar con el presente y el futuro, esto asegura la capacidad para reaccionar de una manera mucho más completa, más segura, y de manera más competente a las emergencias a las que se enfrenta. Por lo tanto, los estudiantes no pueden asumir ninguna propiedad del problema a menos que sepan que pueden afectar a la situación del problema de alguna manera significativa.

La forma del espacio de manipulación del problema dependerá de la naturaleza de las estructuras de la simulación basada en computadora utilizadas en el EVAC. El entorno de simulación debe proporcionar una simulación virtual del entorno de la tarea en el mundo

real, la simulación presenta un modelo simplificado, junto con las herramientas de observación y manipulación necesarias para probar las hipótesis de los estudiantes sobre sus problemas. De acuerdo con Jonassen [1994], los estudiantes están directamente comprometidos con el mundo que exploran, porque pueden experimentar y ver inmediatamente los resultados de su experimento.

Los simuladores como espacios de manipulación de problemas son modelos causales que permiten a los estudiantes probar los efectos de sus manipulaciones, recibiendo retroalimentación instantánea a través de cambios en la apariencia de los objetos virtuales que están manipulando o a través de los resultados de sus acciones reflejados en la interfaz de salida del sistema en las representaciones de resultados numéricos.

En ese orden de ideas, los espacios de manipulación del problema de una simulación deben ser manipulables (permitir a los estudiantes modificar condiciones y características iniciales a lo largo del tiempo, es decir “dinámico” ), sensibles (garantizar que el entorno responda de forma realista a las manipulaciones de los estudiantes), realistas (la simulación debe tener una alta fidelidad de respuesta) e informativos (proporcionar una retroalimentación relevante y directa).

Al crear espacios de manipulación de problemas, no siempre es necesario que los estudiantes manipulen simulaciones de esos objetos. Puede bastar con que generen una hipótesis o una intención de acción que luego la argumenten. Para ello la simulación puede contemplar solamente el control del tiempo de un estado inicial a un estado final como lo señalamos anteriormente en el caso de un simulador como un espacio de hipótesis.

Jonassen [1997] señala que “la argumentación es un excelente indicador de la calidad del conocimiento del dominio que posee el estudiante”. Cuando se hace participar a los estudiantes en la resolución de problemas mal estructurados, a menudo basta con pedirles que articulen sus soluciones a los problemas y que luego desarrollen un argumento coherente para apoyar esa solución. En ausencia de efectos dinámicos complejos, el comportamiento simple se puede simular mentalmente o usando papel y lápiz. Sin embargo, si el sistema supera un determinado umbral de complejidad, existe el riesgo que se puede llegar a conclusiones parciales y atribuir al sistema reglas que no coincidan con las que están realmente presentes.

Es precisamente la capacidad extender el intervalo de observación del sistema original, extendiéndolo hacia el pasado o hacia el futuro lo que permite al modelo dinámico revelar el comportamiento del sistema, que de otro modo sería imposible de predecir y/o explicar. Por lo tanto, la simulación implica un paso epistémico adicional de comparación entre los eventos del mundo simulado con los del mundo real.

Explorar el comportamiento de un sistema a través de la simulación se puede considerar como el punto de partida dentro del ciclo epistémico de la simulación, concretamente los estudiantes inician el proceso de exploración de la simulación y a través de esta interacción podrían llegar a una mejor comprensión del modelo conceptual del sistema. Este proceso de revisión se lleva a cabo a través de observar y analizar los resultados de una simulación; por lo tanto, se puede llegar a crear una variedad de comportamientos distintos en función de las modificaciones sobre las condiciones iniciales que realizan los estudiantes. En la interfaz de la simulación los estudiantes realizan una acción para explorar el comportamiento del modelo o para verificar una hipótesis, la acción genera un cambio en la información que se muestra en la pantalla; y el alumno decide entonces realizar una nueva acción, iniciando así un nuevo ciclo. Este proceso se puede repetir tantas veces como sea necesario hasta lograr la comprensión adecuada del modelo conceptual del sistema representado, ha este proceso recursivo se le denomina “bucle de simulación de modelo”.

Las actividades cognitivas que se llevan a cabo durante la exploración de los EVAC incluyen la argumentación y la conjetura sobre los efectos, la manipulación del entorno, la observación y la recopilación de pruebas, y la extracción de conclusiones sobre dichos efectos. Esto permite a los estudiantes reflexionar críticamente sobre el resultado de sus propios modelos mentales como consecuencia de sus elecciones y la observación de los eventos que ocurren y modificarlo en consecuencia. La mayoría de estas actividades requieren una reflexión en la acción [Schön, 2017]. Los profesionales más hábiles suelen articular sus pensamientos mientras actúan, es decir, reflexionan en la acción.

Como ejemplo de un espacio de manipulación la figura 6.11 muestra un simulador elaborado para ese fin, nótese que el simulador agrega componentes de entrada para que los estudiantes modifiquen los parámetros y exploren la respuesta del modelo.

### 6.6.2.2 Casos relacionados

La comprensión de cualquier problema requiere experimentarlo y construir modelos mentales del mismo. Por lo tanto, es importante que los EVAC proporcionen acceso a un conjunto de experiencias relacionadas a las que los estudiantes inexpertos puedan referirse. La exploración de los atributos del problema incluye la investigación de casos relacionados en busca de similitudes y la búsqueda de recursos de información para encontrar pruebas que respalden la solución del problema o la finalización del proyecto en que se centra el EVAC. Los componentes cognitivos más importantes de la exploración son la fijación de objetivos y la gestión de la consecución de estos [Collins et al., 2006].

Según Jonassen [1997], el objetivo principal de la descripción de casos relacionados es ayudar a los estudiantes a comprender las cuestiones implícitas en la representación del problema. Los casos relacionados en los EVAC apoyan el aprendizaje por lo menos de dos maneras: al reforzar la memoria del estudiante y al aumentar la flexibilidad cognitiva.

Cuando los seres humanos se encuentran por primera vez con una situación o un problema, naturalmente primero comprueban en su memoria los casos similares que pueden haber resuelto anteriormente [Polya, 2004]. Si pueden recordar un caso similar, intentan trasladar la experiencia anterior y sus lecciones al problema actual. Si los objetivos o las condiciones coinciden, aplican su caso anterior. Los casos relacionados constituye una estructura provisional que genera andamiaje, que sirve como estructura de apoyo o guía para ejecutar tareas que normalmente no podrían realizar por sí mismos, dado su estado actual de conocimiento. Si bien no pueden sustituir del todo cada una de las implicaciones del conocimiento de un sistema a los estudiantes, sí pueden proporcionar referentes para la comparación, recuperando datos de los casos relacionados sobre los escollos que pueden causar el fracaso y sobre lo que funcionó o no funcionó y por qué, de esta forma los estudiantes adaptan la explicación para que se ajuste al problema actual.

Por esa razón, es importante proporcionar un conjunto de casos relacionados que ayuden a los estudiantes a resolver el actual, es necesario recopilar un conjunto de casos que sean representativos del actual (aquellos con contextos, soluciones o resultados similares).

En este punto en particular, mostrar un caso relacionado a partir del modelo de caja de cristal, es decir, mediante la capacidad del simulador de mostrar el modelo subyacente del cual se derivan los comportamientos finales a partir de sus condiciones iniciales y dinámicas del sistema, ayudan a representar la complejidad en los EVAC al proporcionar múltiples perspectivas, o interpretaciones sobre los problemas o cuestiones que examinan los estudiantes, aumentando así la flexibilidad cognitiva.

La teoría de la flexibilidad cognitiva ofrece múltiples representaciones del contenido para transmitir la complejidad inherente al dominio del conocimiento [Spiro et al., 1987], con ello nos referimos a la capacidad que tiene el cerebro para adaptar nuestra conducta y pensamiento con facilidad a conceptos y situaciones cambiantes, o a la capacidad mental de pensar en varios conceptos a la vez.

Es importante destacar que el aspecto dinámico de las simulaciones proporciona múltiples interpretaciones del contenido, flexibilizando la interrelación conceptual de las ideas y su interconexión. Por esa razón, la incorporación de simuladores en casos relacionados ofrece una

variedad de puntos de vista y perspectivas sobre el problema que se está resolviendo, mejorando así la flexibilidad cognitiva. Al contrastar los casos, los estudiantes construyen sus propias interpretaciones.

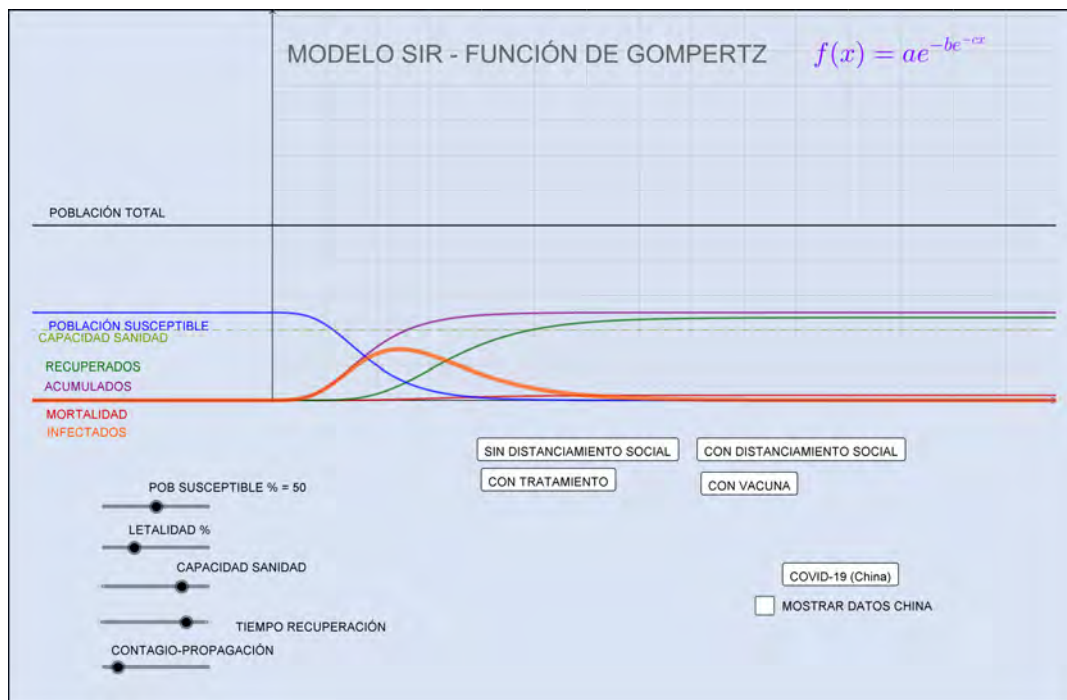


Figura 6.12: Simulador del modelo SIR-Función Gompertz como caso relacionado (Elaboración propia)

### 6.6.2.3 Recursos de información

Para investigar los problemas, los estudiantes necesitan información con la que puedan construir sus modelos mentales y formular hipótesis que impulsen la manipulación del espacio del problema. Sin embargo, los entornos de aprendizaje basados en simulación integran el conocimiento sobre la estructura y el comportamiento de un sistema expresado a través de diferentes modos de representación (por ejemplo, verbal, visual, matemático, simbólico). El uso coordinado de representaciones múltiples puede ayudar a los estudiantes a construir y revisar sus propios modelos mentales.

En la mayoría de los EVAC, los estudiantes son sujetos activos de su propio aprendizaje, deben analizar, reflexionar y participar colaborativamente, esto les permite articular lo que saben y han aprendido. De forma particular la incorporación de simulaciones les permite argumentar, conjeturar, formular hipótesis, o poner a prueba sus propias teorías y modelos manipulando las variables del entorno; de igual forma los estudiantes reflexionan sobre lo que hicieron, por qué funcionó o no, y qué han aprendido de las actividades.

En ese sentido, la búsqueda de recursos de información sirve para encontrar pruebas que respalden la solución del problema o la finalización del proyecto en que se centra el EVAC. Por lo tanto, al diseñar los EVAC, se debe determinar qué información necesitan los estudiantes para interpretar el problema. Las fuentes de información deben proporcionar información basta y seleccionable por el estudiante en el momento oportuno. Los EVAC suponen que la información tiene más sentido en el contexto de un problema o aplicación. Por esa razón, parte de ella se incluye naturalmente en la representación del problema.

Otra parte de la información relevante debe estar disponible en la misma plataforma o a través de vínculos a otros bancos o repositorios de información fuera de la plataforma. Esta información se presenta como recursos para el aprendizaje o como materiales complementarios y pueden incluir documentos de texto, gráficos, recursos sonoros, vídeos y animaciones que sean apropiados para ayudar a los estudiantes a comprender el problema y sus principios.

La *World Wide Web* es el medio de almacenamiento por defecto, ya que los nuevos y potentes *plug-ins* permiten a los usuarios acceder a recursos multimedia desde la red. Sin embargo, demasiados desarrolladores incorporan enlaces de hipertexto a sitios *web* basados únicamente en las características superficiales del sitio al momento de construir sus entornos de aprendizaje.

Dado que los estudiantes en esta etapa de la adolescencia aún no poseen habilidades suficientemente sólidas para evaluar la calidad de los materiales y sus contenidos. No tienen la capacidad necesaria para filtrar la información adecuada dentro de un universo de contenidos que proveen los medios digitales; por lo tanto, los recursos de información incluidos o vinculados a un EVAC deben ser evaluados en cuanto a su relevancia y sobre todo la integración en las actividades que apoyan la solución del problema, la información debe estar vinculada dentro de esas actividades y bien organizadas para su fácil acceso.

#### **6.6.2.4 Herramientas cognitivas (construcción de conocimientos)**

De acuerdo con Jonassen [1997], las herramientas cognitivas son herramientas informáticas generalizables que pretenden atraer y facilitar tipos específicos de procesamiento cognitivo. Son dispositivos intelectuales que se utilizan para visualizar (representar), organizar, automatizar o suplantar las habilidades del pensamiento. Algunas herramientas cognitivas sustituyen al pensamiento, mientras que otras hacen que los estudiantes realicen un procesamiento generativo de la información que no se produciría sin la herramienta.

Observa la siguiente figura y contesta

Utiliza el marcador sobre la imagen de la izquierda para dibujar el contorno de la misma y observa como en la imagen de la derecha se dibuja un rastro a medida que te desplazas con el marcador.



Con lo que observaste y en concreto con el rastro que se genero, contesta lo siguiente - ¿Cómo son las figuras presentadas?

Aa π Ingresa aquí tu respuesta...

REVISAR TU RESPUESTA

Figura 6.13: Simulador de tangram chino como herramienta cognitiva (Elaboración propia)

La aplicación de tecnologías, principalmente computadoras, como herramientas de aprendizaje cognitivo en lugar de como medios de instrucción, desde la perspectiva ecológica de Gibson [1986], contribuyen a un pensamiento más significativo cuando se usan como herramientas. En el pasado, los diseñadores instruccionales han sido investidos con estas herramientas con el propósito de “diseñar” la instrucción, que como consecuencia tienden solo a limitar a los estudiantes. Las únicas personas que se benefician significativamente del proceso de diseño y el uso de esas herramientas son los diseñadores, no los estudiantes [Perkins, 1986].

Por lo tanto, debemos transferir el uso de las herramientas cognitivas a los estudiantes como herramientas para la construcción del conocimiento en vez de medios de transmisión y adquisición de conocimientos que los diseñadores instruccionales emplean para el diseño de recursos materiales. Las bases del proceso de construcción de conocimiento utilizando estas herramientas cognitivas involucra más a los estudiantes y da como resultado un conocimiento más significativo y transferible en ellos. Papert se refiere a este proceso como construccionismo [Papert, 1990].

En particular, David Jonassen afirma que las tecnologías informáticas como herramientas cognitivas representan una desviación significativa de las concepciones tradicionales de las tecnologías. En las herramientas cognitivas, la información y la inteligencia no están codificadas en las comunicaciones educativas que están diseñadas para transmitir eficientemente ese



conocimiento a los estudiantes [Jonassen, 2004]. Con las herramientas cognitivas, se eliminan los procesos tradicionales de diseño y desarrollo.

Como señalamos al inicio de esta investigación, existe un creciente corpus teórico sobre la ciencia cognitiva que señala la fuerza de la asociación cognitiva de la simulación basada en computadora sobre la capacidad humana de “la simulación mental”. Tomando como referencia que la simulación mental es una estrategia cognitiva disponible para los seres humanos, fundamentalmente para razonar y resolver problemas, en situaciones donde las personas requieren usar esta estrategia para comprender el funcionamiento de un sistema dado, para poder predecir las posibles consecuencias de varios cursos de acción alternativos.

La simulación basada en computadora por sí misma es una herramienta cognitiva, aunque nuestro dilema se centra en: ¿Cómo se puede integrar para mejorar el aprendizaje? Un intento preliminar de responder a estas preguntas puede basarse en varias consideraciones generales sobre las relaciones que existen entre los humanos y los sistemas informáticos, y específicamente, las formas en que estos sistemas pueden extender la cognición humana. Esta vista permitirá visualizar escenarios de aprendizaje con simulaciones que actúan como “socios” en el desarrollo de procesos cognitivos que conducen a la comprensión conceptual y la creatividad.

El uso de computadoras para extender la inteligencia humana fue un campo específico de investigación en psicología educativa, especialmente en términos de los efectos de la introducción de microcomputadoras en las escuelas, que ocurrió durante los años ochenta y principios de los noventa. Pea [1985], por ejemplo, propuso que la computadora puede usarse no solo como un “amplificador” de la cognición, sino también como un “reorganizador del funcionamiento mental”.

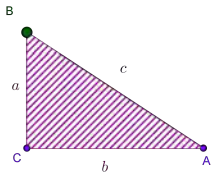
Las herramientas cognitivas cumplen una serie de funciones intelectuales al ayudar a los estudiantes a interactuar con las EVAC. Norman [2014a] en su libro “Cosas que nos hacen inteligentes” distinguió entre dos modos generales de cognición al interactuar con una máquina:

- Herramientas de cognición experiencial: proporcionan formas de modificar y actuar sobre las representaciones, nos permiten experimentar acontecimientos como si estuviéramos allí, aunque no estemos, y obtener información sobre cosas que serían inaccesibles, aunque estuviéramos presentes. Las herramientas cognitivas experienciales median, pues, entre la mente y el mundo.
- Herramientas de cognición reflexivas: nos permiten ignorar el mundo real y concentrarnos sólo en mundos artificiales, representativos. En la reflexión, uno quiere contemplar la experiencia e ir más allá, encontrando nuevas interpretaciones o probando cursos de acción alternativos. El proceso puede ser a la vez poderoso y peligroso. El poder proviene de la

**Teorema de Pitágoras:** Inicio

En todo triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos.

*Si bien, este teorema lleva el nombre de Pitágoras, no significa que él lo haya inventado, de hecho este resultado ya se conocía desde épocas más antiguas. En la antigüedad, los egipcios y los babilónicos lo utilizaban con fines prácticos*



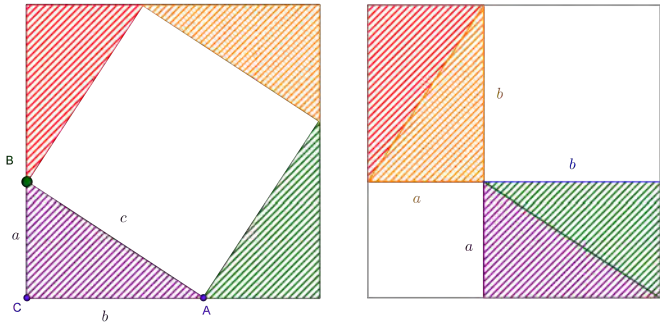
Demostración

$$c^2 + 4\left(\frac{b \cdot a}{2}\right) = 4\left(\frac{b \cdot a}{2}\right) + a^2 + b^2$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Figura 6.14: Demostración del teorema de Pitágoras - secuencia inicial (Elaboración propia)

**Teorema de Pitágoras:** Inicio



$$c^2 + 4\left(\frac{b \cdot a}{2}\right) = 4\left(\frac{b \cdot a}{2}\right) + a^2 + b^2$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Figura 6.15: Demostración del teorema de Pitágoras - secuencia final (Elaboración propia)

capacidad de hacer nuevos descubrimientos, el peligro se produce cuando nos engañamos a nosotros mismos creyendo que la representación es la realidad.

Ambos modos son esenciales para el pensamiento diario, pero cada uno depende de diferentes tipos de soporte tecnológico. La cognición reflexiva se basa en el almacenamiento de resultados temporales y el uso de esos resultados en procesos de pensamiento posteriores. Este proceso puede facilitarse mediante representaciones externas que nos permitan superar las limitaciones de la memoria de trabajo, por ejemplo, al construir la cadena de razonamiento necesaria para comprender el funcionamiento de un sistema. Esto ocurre, por ejemplo, cuando los estudiantes

dibujan un diagrama de un sistema mecánico o un mapa de las relaciones causa-efecto en un modelo de simulación.

Desde mediados de la década de 1990 en adelante, las ciencias cognitivas produjeron varios enfoques teóricos nuevos de las representaciones y los procesos mentales; estos se caracterizaron por la idea de que la cognición no es solo una propiedad del cerebro humano, sino que necesariamente depende de factores externos.

Scaife y Rogers [1996] examinaron el valor cognitivo de las representaciones externas refiriéndose a representaciones gráficas, como imágenes, diagramas, animaciones y entornos de realidad virtual. Al acuñar el término cognición externa, propusieron un enfoque que se basa en un análisis de las formas en que la relación entre las representaciones gráficas y las representaciones internas influye en el aprendizaje y la resolución de problemas. Un aspecto central de la cognición externa es el de la descarga computacional, es decir:

- Una operación en la que se utiliza una herramienta junto con una representación externa para reducir la cantidad de esfuerzo cognitivo requerido para llevar a cabo una tarea mental.

El hecho de que el uso de este tipo de herramientas requiere la coordinación de habilidades típicamente humanas, como la coincidencia de patrones, la manipulación de objetos y la simulación mental, debe tenerse en cuenta en primer lugar, que todas las formas de simulación (física, analógica y digital) pueden considerarse artefactos cognitivos, ya que son instrumentos que permiten la manipulación de representaciones e impactan el desempeño cognitivo de los estudiantes en la comprensión.

De forma general las herramientas cognitivas pueden ayudar a los estudiantes a representar mejor el problema o la tarea que están realizando (por ejemplo, las herramientas de visualización). Pueden ayudar a los estudiantes a representar lo que saben o lo que están aprendiendo (herramientas de modelado de conocimientos estáticos y dinámicos), o pueden descargar parte de la actividad cognitiva automatizando tareas de bajo nivel o suplantando algunas tareas (apoyo al rendimiento). Por último, las herramientas cognitivas pueden ayudar a los estudiantes a reunir la información importante necesaria para resolver el problema. Cada tipo de herramienta cognitiva involucra o reemplaza una actividad cognitiva diferente, por lo que las herramientas cognitivas deben ser seleccionadas cuidadosamente para apoyar el tipo de procesamiento que se necesita realizar.

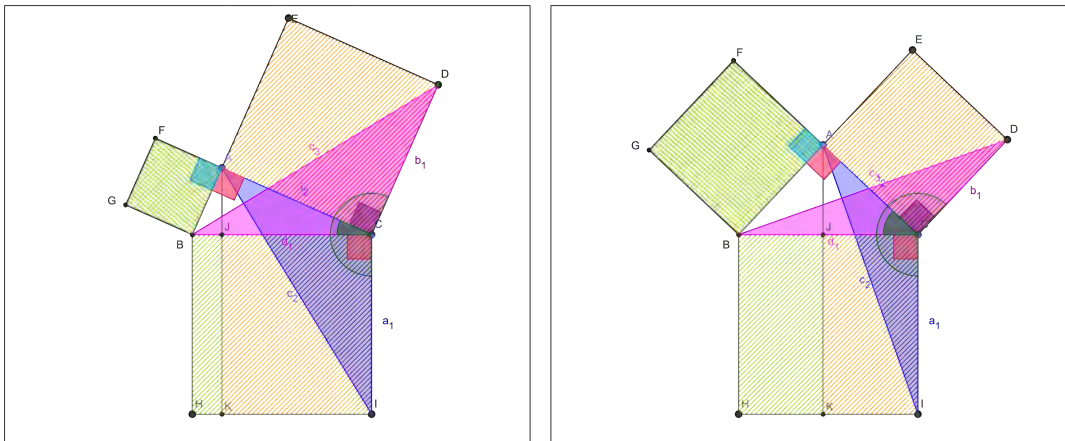


Figura 6.16: Demostración de la proposición I.47 del libro de Elementos de Euclides - herramienta de visualización dinámica (Elaboración propia)

Los programas de simulación, sin embargo, presentan algunas características que los distinguen de otros tipos de herramientas cognitivas. Una primera diferencia se refiere al tipo de representaciones involucradas. Los ejemplos descritos en la literatura sobre el tema generalmente describen herramientas que son objetos materiales estáticos con una función vinculada al uso que se hace de ello. Las simulaciones, por el contrario, son instrumentos que permiten la creación y manipulación de un tipo específico de representaciones, es decir, modelos dinámicos. Una vez que se construye uno de estos modelos y se inicia una ejecución de simulación, el modelo se desarrolla de forma autónoma a lo largo del tiempo, en un proceso que incluye un estado final potencialmente impredecible.

Una diferencia adicional entre las herramientas cognitivas como se entienden comúnmente y la simulación se refiere a los procesos mentales que estos últimos son (al menos teóricamente) capaces de extenderse más allá del cerebro y la naturaleza de la “división del trabajo” entre la mente y el programa. De hecho, los investigadores en el campo consideran esencialmente que las herramientas cognitivas son herramientas de descarga cognitiva que son útiles para reducir la complejidad y mejorar las decisiones. Kirsh y Maglio [1994] articularon más claramente este punto de vista, que sostiene que la función principal de las acciones epistémicas es mejorar la cognición mediante:

- La reducción de la memoria involucrada en el cálculo mental, es decir, la complejidad del espacio.
- La reducción el número de pasos involucrados en el cálculo mental, es decir, la complejidad del tiempo.
- La reducción de la probabilidad de error del cálculo mental, es decir, la falta de fiabilidad.

Retomando la idea principal de transitar de los simulaciones de “modelo de caja negra” (fig. 6.11) y simulaciones de “modelo de caja de cristal (o “transparente”) que describimos en el capítulo anterior, sobre esa base señalamos que el uso de simulaciones para la educación se produce de dos formas principales, ya sea utilizando una simulación preexistente o mediante el desarrollo de una simulación nueva por parte de los estudiantes. En ese orden de ideas la representación del problema y el espacio de manipulación del problema no requieren que los estudiantes interactúen directamente con el modelo conceptual (el aspecto más importante de la simulación), ni con el modelo computacional.

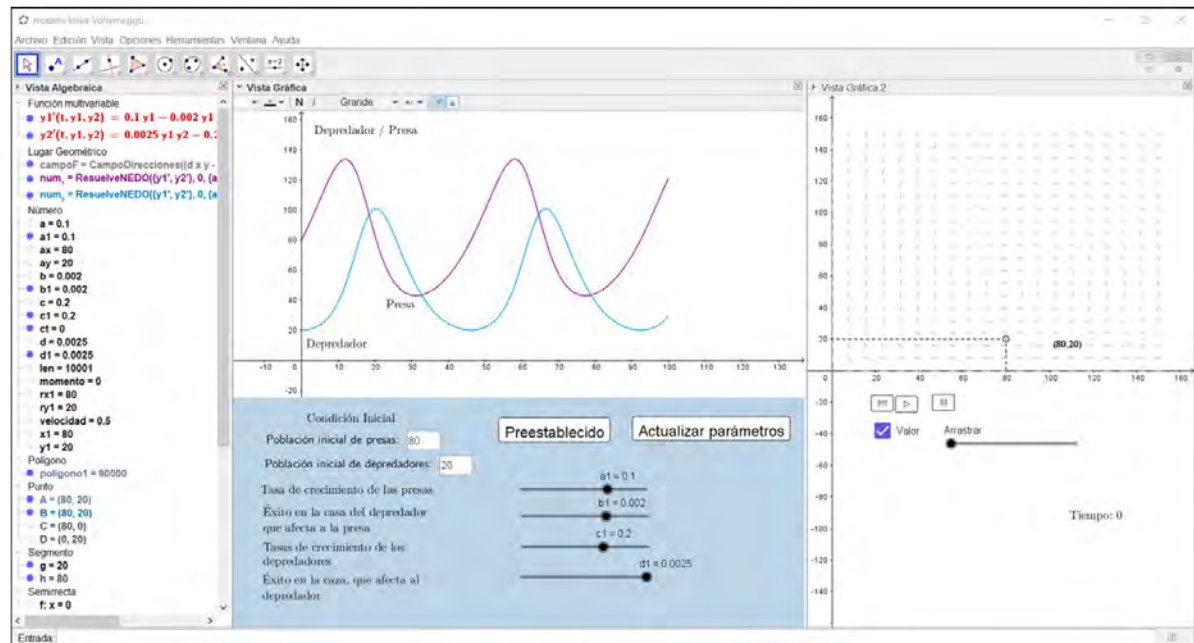


Figura 6.17: Simulación del modelo Lotka-Volterra - modelo de caja de cristal (Elaboración propia)

La interacción ocurre exclusivamente a través de la mediación de la interfaz de usuario del programa de simulación y a través de las actividades de aprendizaje que ofrece el modelo de instrucción. En las simulaciones de modelos de caja negra, los estudiantes pueden explorar el comportamiento de un sistema, pero los modelos conceptuales y/o computacionales subyacentes permanecen ocultos y solo pueden inferirse por lo que aparece en la pantalla. A través de este mecanismo se logra que el alumno categorice y reconozca los patrones generales de cambio, desarrollando hipótesis y comprobaciones que le permitan modificar las estructuras previas. Sin embargo, un problema asociado a estos modelos es los estudiantes tienden a atribuir automáticamente reglas al sistema, basándose en sus propios modelos mentales formados en ese momento, pudiendo generar inferencias incorrectas o incompletas e interferir con el aprendizaje adecuado.

Por esa razón se ha propuesto alternativamente incorporar simulaciones de “modelo de caja de cristal” sobre los casos relacionados ya que muestran abiertamente las relaciones entre las variables de la estructura del modelo computacional subyacente a la simulación. Este proceso de revisión del modelo hace posible lograr una comprensión cada vez más profunda de la estructura y el mecanismo de funcionamiento del sistema originalmente examinado. Este tipo de comprensión en particular permite deconstruir un sistema del caso relacionado en sus partes componentes y operaciones, para posteriormente trasladar el modelo a la resolución del problema original y luego volver a ensamblarlo utilizando las nuevas variables en un modelo computacional. Para ello los estudiantes desarrollan por su cuenta su propia versión de un simulador a través de adaptar los modelos subyacentes provistos en los casos relacionados a través de un lenguaje de programación y de los softwares de modelado y simulación. La simulación desarrollada les permite experimentar y validar la solución del problema.

Inicialmente el análisis de un sistema específico se realiza en las fases exploratorias anteriores, y la búsqueda en los recursos de información completa los conocimientos necesarios para el desarrollo de un modelo conceptual del mismo, para posteriormente crear un modelo computacional que pueda ser implementado como un programa de simulación.

Para lograr este objetivo, existen herramientas cognitivas que permiten a los estudiantes representar de forma más adecuada el problema o el modelo conceptual, reunir y organizar la información importante necesaria para resolver el problema, por ejemplo:

### I. Herramientas de representación del problema

Los modelos mentales de los estudiantes sobre objetos, sistemas u otros fenómenos poseen componentes visuales-espaciales [Jonassen, 2004]. Para comprender un fenómeno, la mayoría de los seres humanos necesita generar una imagen mental del mismo (fig. 6.19). Las herramientas de visualización ayudan a los estudiantes a construir esas imágenes mentales y a visualizar las actividades.

Existen en el mercado diversas herramientas de visualización que proporcionan representaciones congruentes con el razonamiento, que permiten a los estudiantes razonar sobre el comportamiento e interacción entre objetos. Programas como Wolfram Mathematica, Matlab, GeoGebra se utilizan a menudo para representar visualmente las relaciones matemáticas en los problemas (fig. 18), de modo que los estudiantes puedan ver los efectos de cualquier manipulación del problema.

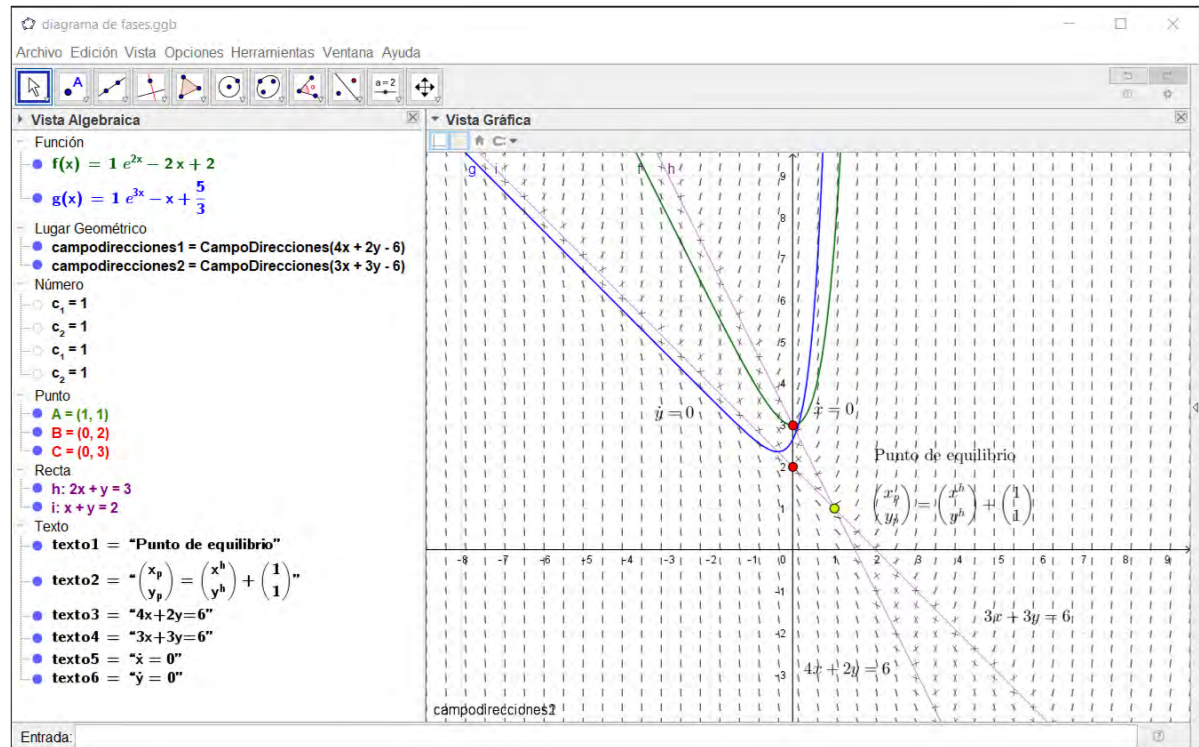


Figura 6.18: Diagrama de fases del modelo Lotka-Volterra (Elaboración propia)

Las herramientas de visualización tienden a ser específicas para cada tarea o dominio y deben imitar fielmente la naturaleza de las imágenes necesarias para comprender las ideas. Como diseñador de un EVAC, se debe analizar las estructuras de las actividades requeridas para resolver los problemas e identificar los procesos que necesitan ser representados visualmente y cómo el estudiante necesita manipular esas imágenes para probar sus modelos de los fenómenos.

Estas herramientas describen las actividades de pensamiento crítico y de representación del conocimiento implicadas en la articulación de dominios de conocimiento utilizando diferentes herramientas de representación del conocimiento estático. A medida que los estudiantes estudian los fenómenos, es importante que articulen su comprensión de estos. Las herramientas de modelado proporcionan formalismos de representación del conocimiento que limitan la forma en que los estudiantes piensan, analizan y organizan los fenómenos, y proporcionan un entorno para codificar su comprensión de dichos fenómenos.

De acuerdo con Duval [2016b], la raíz de los problemas que muchos estudiantes tienen con el pensamiento matemático reside en la especificidad matemática y la complejidad cognitiva de la conversión y del cambio de representación semiótica.

Los procesos de pensamiento en matemáticas se basan en dos tipos bien diferentes de



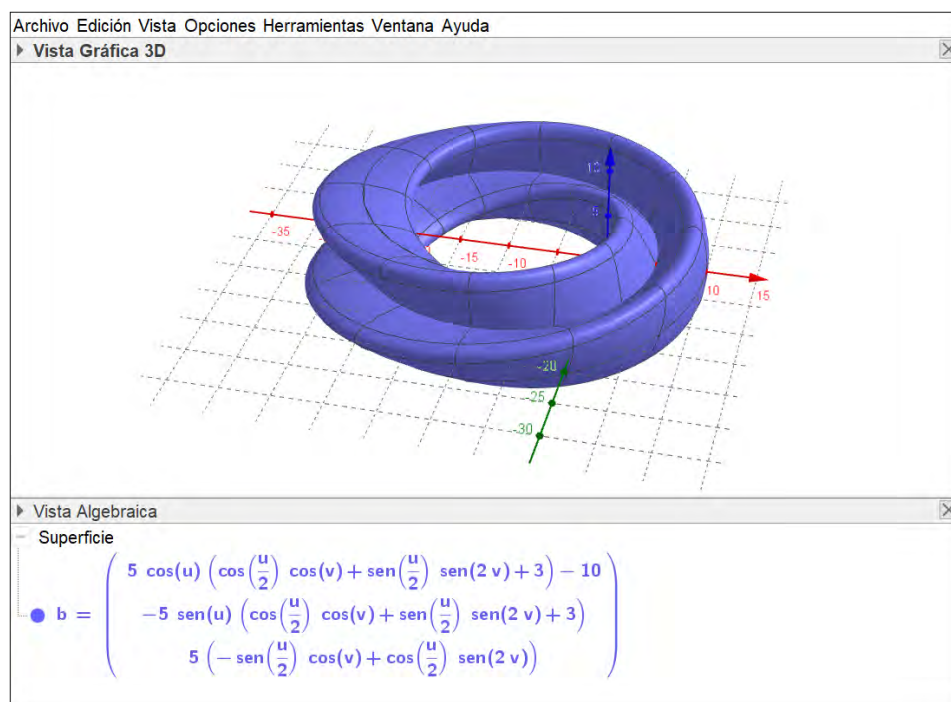


Figura 6.19: Superficie Toro-Lemniscata (Elaboración propia)

transformaciones de representaciones a saber: el “tratamiento” de una representación que es la transformación de la representación dentro del mismo registro donde ha sido formulada, y la “conversión” de una representación que es la transformación de la representación en otra representación de otro registro en la que se conserva la totalidad o parte del significado de la representación inicial. Es decir con dos tipos de registros disímiles, con diferentes representaciones. Incluso si un solo registro de representación es suficiente desde un punto de vista matemático, desde un punto de vista cognitivo, la actividad matemática involucra la movilización simultánea de por lo menos dos registros de representación, o la posibilidad de cambiar en cualquier momento de un registro al otro. Esto quiere decir que la disociación entre contenido de una representación y objeto representado involucra necesariamente la coordinación entre diferentes registros de representación.

Dicho de otra manera, la comprensión de las propiedades matemáticas es la que debe guiar la lectura y la exploración de las figuras hacia la solución de un problema. Una buena comprensión conceptual debe conducir a ver en una figura lo que se debe ver para encontrar ahí los elementos para resolver un problema [Duval, 2016b].

Los sistemas de representación obligan a los estudiantes a articular el razonamiento causal entre los objetos o factores que predicen los resultados en un campo del conocimiento o dominio. Las herramientas de modelado ayudan a los estudiantes a responder a las preguntas “¿Qué sé?”



y “¿Qué significa?”. Como diseñador de un EVAC, es importante establecer cuándo necesitan los estudiantes articular lo que saben y qué formalismo será el que mejor apoye su comprensión.

Particularmente en el proceso de construcción de un modelo de simulación propio por parte de los estudiantes, los sistemas de representación constituyen un segundo paso posterior al análisis del sistema, en el cual desarrollan un modelo conceptual del mismo. Estos sistemas permiten organizar y jerarquizar los pasos necesarios para replicar el fenómeno observado, generando por ejemplo diagramas de flujo que representen las relaciones de entrada y salida dentro de los procesos y subprocesos del modelo conceptual del sistema a simular, bajo las precondiciones y postcondiciones, y toma de decisiones necesarias para la resolución del problema. El resultado de la aplicación de las distintas representaciones deberá estar orientado al desarrollo de un algoritmo que permita la implantación a un lenguaje de programación adecuado para la simulación.

Los sistemas complejos contienen componentes interactivos e interdependientes. Para representar las relaciones dinámicas de un sistema, los estudiantes proporcionan ecuaciones que representan las relaciones causales, contingentes y variables entre las variables identificadas en el modelo conceptual. Una vez modelado el sistema, las herramientas de modelado de simulación como GeoGebra, RStudio, Python entre otras, permiten a los estudiantes probar el modelo y observar el resultado del sistema en gráficos, tablas o animaciones. A nivel de ejecución, los estudiantes pueden cambiar los valores de las variables para probar los efectos de las partes de un sistema sobre las demás.

La construcción de modelos de fenómenos del mundo real está en el centro del pensamiento científico y requiere diversas actividades mentales como la planificación, la recopilación de datos, el acceso a la información, la visualización de datos, el modelado y la elaboración de informes [Soloway et al., 1995]. El proceso para desarrollar la capacidad de modelar fenómenos requiere definir el modelo, utilizar el modelo para comprender algunos fenómenos, crear un modelo representando los fenómenos del mundo real y haciendo conexiones entre sus partes, y finalmente analizar el modelo por su capacidad de representar el mundo [Spitulnik et al., 1995].

## II. Herramientas de apoyo al rendimiento

En muchos entornos, la realización de tareas repetitivas y algorítmicas puede robar recursos cognitivos a tareas cognitivas más intensivas y de orden superior que deben realizarse. Por lo tanto, los EVAC deben automatizar las tareas algorítmicas para descargar la responsabilidad cognitiva de su realización.

Para ello el modelo propuesto sugiere en los entornos de resolución de problemas, incorporar herramientas de cálculo genéricas como plantillas de resolución de problemas para que los

estudiantes comprueben sus hipótesis. Las formas de visualización de este tipo de herramientas deben proveer los modelos matemáticos subyacentes, así como de las variables que intervienen en el cálculo, además de ser automatizadas para que los estudiantes puedan simplemente solicitar los resultados de las pruebas.

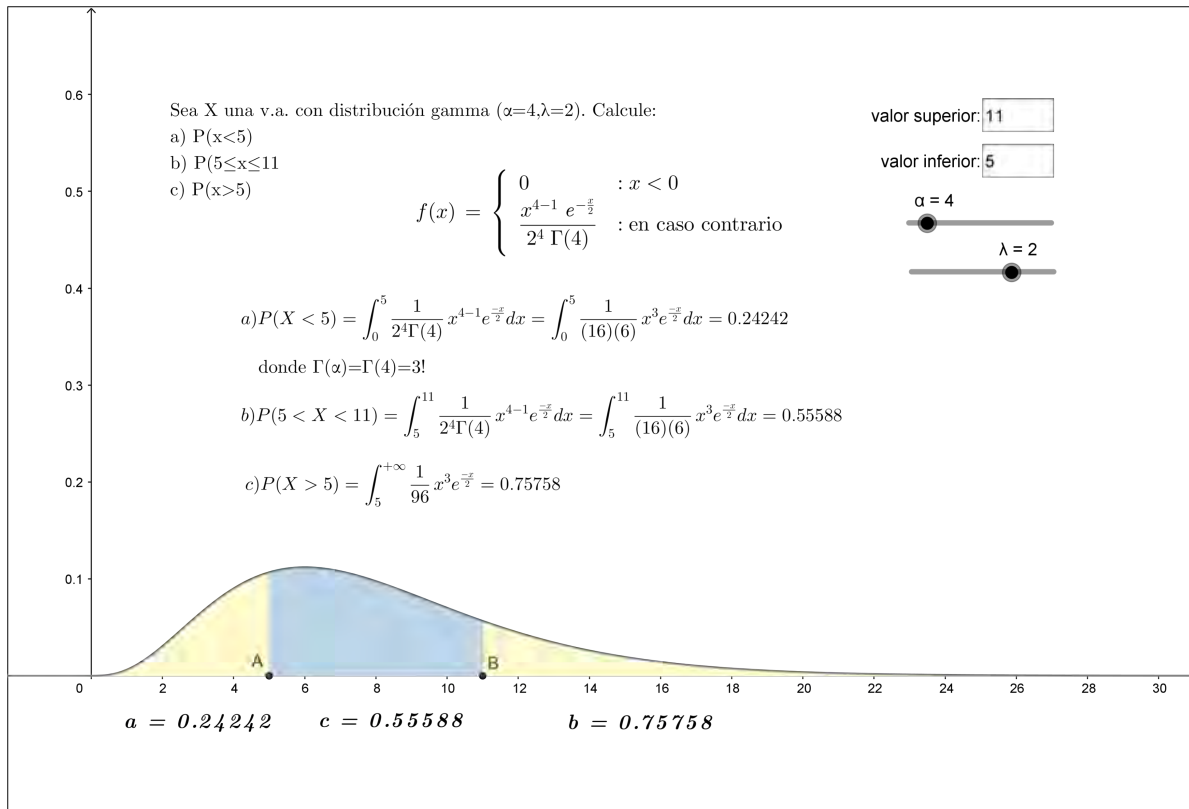


Figura 6.20: Herramientas de apoyo al rendimiento - Distribución Gamma (Elaboración propia)

Se puede incorporarse bases de datos, para ayudar a los estudiantes a organizar la información que recogen. Como diseñador de un EVAC, debemos identificar en las estructuras de las actividades las tareas que resultan fáciles para los estudiantes de las que pueden distraer los procesos de razonamiento, por esa razón es importante tratar de encontrar herramientas que apoyen dichos desempeños.

### 6.6.2.5 Herramientas de conversación y colaboración

El uso de las tecnologías por parte de especialistas en comunicación educativa restringe los procesos de aprendizaje de los alumnos a través de las comunicaciones e interacciones instructivistas prescritas, por esa razón, se debe transferir el uso de las tecnologías a los estudiantes para que las usen como medio para representar y expresar lo que saben. Los estudiantes se desempeñan como diseñadores utilizando la tecnología como herramientas para analizar el mundo, acceder a la información, interpretar y organizar su conocimiento personal y representar

lo que saben para los demás.

Las personas que más aprenden del diseño y desarrollo de materiales instructivos son los diseñadores. El proceso de articular sus conocimientos sobre el dominio del diseño instruccional los obliga a reflexionar sobre sus conocimientos de una manera nueva y significativa. De forma similar al adagio que refiere que “la forma más efectiva de aprendizaje es enseñar a otros”, pues para ello el estudiante debe de dominar lo que explica y enfocarlo de todos los modos posibles. El proceso de diseño y construcción de materiales para la instrucción permite a los diseñadores comprender los temas que están enseñando de manera más profunda que en los estudiantes, en ese sentido el pensamiento de los estudiantes estará limitado y controlado por los materiales que se están desarrollando.

La perspectiva constructivista afirma que construimos nuestra propia realidad a través de la interpretación de nuestras experiencias en el mundo. La realidad no existe completamente en el mundo real, sino más bien, la realidad (o al menos lo que sabemos y entendemos de ella) reside hasta cierto punto en la mente de cada individuo, que interpreta el mundo externo de acuerdo con sus propias experiencias, creencias y conocimientos.

Esto no significa que los estudiantes sólo pueden comprender su propia interpretación de la realidad. Los estudiantes tienen la capacidad de comprender una variedad de interpretaciones distintas, incluidas las entregadas por las simulaciones, y de usarlas en consecuencia para llegar a sus propias interpretaciones del mundo. A pesar de ello la mente filtra las entradas del mundo real al realizar sus interpretaciones. Por lo tanto, cada uno de nosotros concibe el mundo externo de manera distinta, basado en nuestro conjunto único de experiencias con el mundo y nuestras creencias sobre esas experiencias.

Por ello los diseñadores de los EVAC se deben de esforzar por crear espacios en donde los estudiantes participen activamente dentro de un entorno de conversación y colaboración con la intención de ayudarlos a construir su propio conocimiento, en lugar de hacer que el maestro interprete el mundo y pretenda que los estudiantes entiendan el mundo como les ha dicho.

Las concepciones contemporáneas de los entornos de aprendizaje apoyados por la tecnología asumen el uso de una variedad de comunicaciones mediadas por computadora para apoyar la colaboración entre comunidades de estudiantes [Scardamalia and Bereiter, 1996].

En los EVAC naturalmente el aprendizaje no se produce solo de manera aislada, sino también de manera colaborativa entre estudiantes que trabajan juntos para resolver problemas. Los EVAC deben proporcionar acceso a información compartida y a herramientas de construcción

de conocimientos compartidos para ayudar a los estudiantes a construir de forma colaborativa un conocimiento socialmente compartido. Los problemas se resuelven cuando un grupo trabaja para desarrollar una concepción común del problema, de manera que sus esfuerzos puedan centrarse en resolverlo.

Los EVAC deben apoyar la colaboración dentro de un grupo de estudiantes, para la toma de decisiones compartida sobre cómo manipular el entorno de simulación, las interpretaciones alternativas del comportamiento del modelo y de la resolución de problemas, a través de la articulación de las ideas de los estudiantes y la reflexión sobre los procesos que utilizaron. Por lo tanto, la colaboración en la resolución de un problema requiere una toma de decisiones compartida, mediante actividades para establecer un consenso para la construcción socialmente conjunta del conocimiento y de la comprensión del problema. En las comunidades de construcción del conocimiento, el objetivo es apoyar a los estudiantes para que “persigan activa y estratégicamente el aprendizaje como meta” [Scardamalia and Bereiter, 1996].

Para apoyar la colaboración dentro de un grupo de estudiantes, los EVAC deben prever y fomentar el diálogo entre los estudiantes, compartir ideas de manera reflexiva sobre los problemas y proyectos en los que los estudiantes están trabajando. Los estudiantes escriben notas al profesor y entre ellos sobre las preguntas, los temas o los problemas que surgen. La textualización del discurso entre los estudiantes hace que sus ideas denoten la importancia de sus aportaciones tanto como las de los demás, así como de los comentarios del profesor (Slatin, citado en Jonassen [2004]).

De acuerdo con lo anterior, las herramientas de conversación y colaboración están presentes y disponibles en todo el proceso; todas las actividades se desarrollan para fomentar las comunidades de práctica, en donde los estudiantes más hábiles encaminan a los menos preparados para completar las tareas en conjunto. Es importante señalar que la función del profesor dentro de la ejecución del EVAC es el fungir como un facilitador, en las que debe supervisar y regular el desarrollo de las habilidades importantes de los estudiantes. La función de facilitador puede entre otras cosas:

- provocar los tipos de pensamiento apropiados, como sugerencias para desarrollar sus proyectos, hacer inferencias, generalizar las ideas, utilizar una analogía, o extraer una implicación entre otras;
- incitar a la consideración de casos relacionados o recursos de información concretos que puedan ayudar a los estudiantes a interpretar o comprender las ideas;
- proporcionar una retroalimentación que no sólo informe a los estudiantes sobre la eficacia y la precisión de su rendimiento, sino que también analice sus acciones y su pensamiento;

- Provocar la reflexión, es decir, el profesor se convierte en la conciencia del estudiante mediante la inserción de preguntas provocadoras en las que solicite a los estudiantes reflexionar sobre lo que han hecho, sobre las suposiciones que hacen o sobre las estrategias que han utilizado, de igual forma se puede pedir que expliquen por qué han dado una determinada respuesta, han realizado una acción, o simplemente la confirmación de una respuesta prevista.

Estas estrategias, junto con las herramientas cognitivas descritas pueden considerarse como un conjunto de herramientas que los estudiantes necesitan para servir a los aprendizajes cognitivos. Vinculan los importantes procesos de articulación y reflexión, que son los cimientos de la construcción del conocimiento. Estas empoderan a los estudiantes para que piensen de manera más significativa y asuman la propiedad de su conocimiento, en lugar de reproducir el del maestro.

A la hora de diseñar y poner en práctica los EVAC, es importante tener en cuenta los factores contextuales para que la puesta en práctica tenga éxito. También es necesario formar a los profesores y al personal que va a apoyar el aprendizaje y formar a los estudiantes que van a aprender de los entornos. El apoyo social y contextual de los profesores y usuarios es esencial para el éxito de la implantación de las CLE.

El desarrollo profesional de los tutores es inevitable para que estén adecuadamente preparados y se sientan cómodos con las nuevas herramientas. El enfoque de estas estrategias de desarrollo no solo debe estar en la etnología per se, sino también en su papel en el cambio del proceso de enseñanza y aprendizaje para que esté más centrado en el alumno, de modo que el profesor asuma el papel de facilitador del aprendizaje del estudiante y el estudiante un aprendiz activo y colaborativo.

Como el entorno combinado es desconocido para la mayoría de los maestros y demás, consume más tiempo, los profesores tienen que prestarle más atención que su interacción cara a cara. Una vez que se reduce el tiempo de contacto cara a cara y todos están más en línea, la necesidad de monitorear, moderar y administrar continuamente las interacciones se vuelve crítica.

### **6.6.2.6 Actividades de aprendizaje**

Para que los estudiantes aprendan adecuadamente, es crucial que participen en actividades de aprendizaje. Las actividades pueden incluir elementos clave de la práctica, como resolver problemas, comparar y evaluar argumentos, presentar hechos o negociar objetivos, así como técnicas utilizadas para apoyar las tareas, como la retroalimentación justo a tiempo; Además, estas actividades deben alinearse cuidadosamente con los resultados del aprendizaje y con los

procesos de evaluación y revisión.

Las tareas deben ser auténticas y presentarse de tal manera que apoyen las necesidades de todo tipo de estudiantes. Estas tareas pueden estar basadas en problemas y en actividades. El contenido puede incluir materiales de texto legibles, simulaciones visuales para demostrar procesos, imágenes digitales, videos, narraciones de audio, etc. Las tareas auténticas requieren que los estudiantes se basen en experiencias de la vida real para completarlas.



Figura 6.21: Actividad: Juego de mayores y menores (Elaboración propia)

Las tareas deben diseñarse de forma que sean interactivas y atractivas para estimular la negociación entre los estudiantes, y que permitan a los estudiantes aplicar una nueva comprensión en situaciones auténticas y reflexionar sobre ella. Las actividades de aprendizaje en sí mismas deben ser interesantes, relevantes para sus intereses, motivadoras y ser capaces de despertar la curiosidad intelectual de los estudiantes. Pueden centrarse en el nivel del estudiante de manera individual o en un grupo de estudiantes. El objetivo es ayudar a los estudiantes a completar las tareas por su cuenta. El componente de evaluación correspondiente podría ser de naturaleza diagnóstica, formativa o sumativa con el estudiante de forma individual como centro de atención.

Las diferentes variedades de problemas contextualizados simples y complejos, mal estructurados y auténticos que reflejan la complejidad del entorno de los estudiantes son fundamentales para la participación efectiva de los estudiantes, para promover el pensamiento de orden superior y para percibir la complejidad de los problemas de la vida real. Según Merrill (2002),

el aprendizaje efectivo puede ocurrir cuando al alumno se le da una tarea correcta (tareas centradas en problemas y problemas del mundo real) para lograr informarle del método correcto (como activación, demostración, aplicación e integración) para usar.

Las actividades de aprendizaje se estructuran utilizando un formato de diseño progresivo de simple a complejo; se relacionan directamente con el tema en cuestión y también pueden involucrar conceptos previamente aprendidos. Todos están alineados con los resultados de aprendizaje esperados y organizados en una jerarquía. Los profesores deben alentar a los estudiantes a llevar a cabo actividades en línea a un ritmo con el que se sientan cómodos, lo que requiere que todos se involucren plenamente.

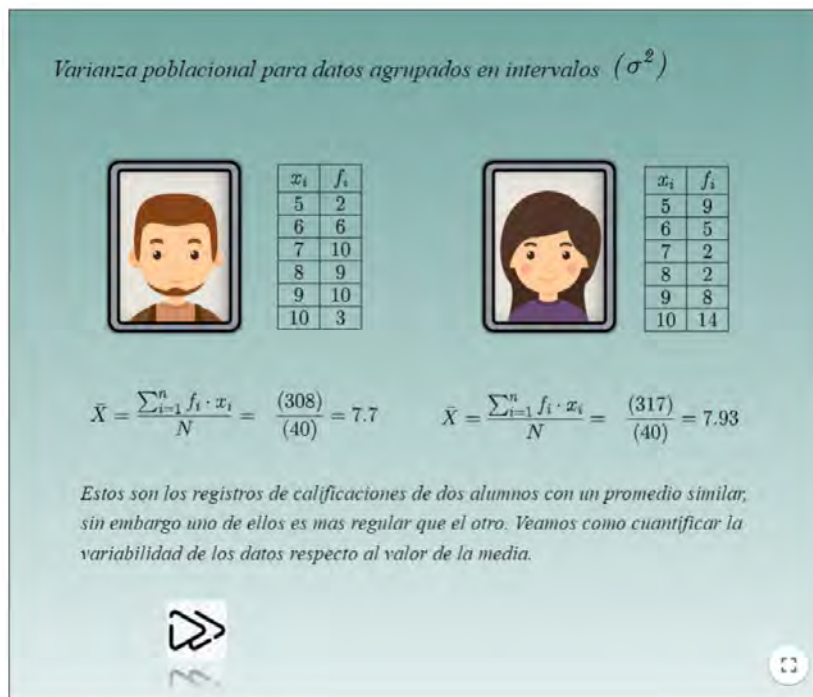


Figura 6.22: Actividad: Varianza poblacional para datos agrupados (Elaboración propia)

Un aspecto importante a tener en cuenta al momento de diseñar e implementar un curso dentro de un EVAC, son las limitaciones de la memoria de trabajo; se debe hacer todo lo posible para minimizar la carga cognitiva presentando el material en pequeños bloques, dando tiempo suficiente para que los estudiantes se organicen y los ayuden a relajarse y sentirse seguros. El contenido presentado en múltiples formatos (incluida la simulación por computadora) tiene como objetivo mantener la nueva información por más tiempo en la memoria a corto plazo para una participación activa. El contenido de forma detallada y descriptiva debe proporcionar amplias oportunidades para una interacción profunda entre el aprendizaje intelectual y el contenido que desencadenará otras formas de interacción. Múltiples formatos pueden proporcionar a los estudiantes rutas de estudio que les permiten aprender a su propio ritmo con una cantidad

mínima de interacción con el profesor y los compañeros (sin degradar la experiencia educativa); además, los profesores deben proporcionar instrucciones claras y vinculadas a los recursos de información, así como monitorear el proceso de aprendizaje.

Los estudiantes pueden acceder a contenidos o recursos de aprendizaje de una gran variedad de fuentes que incluyendo materiales desarrollados por el tutor, compañeros, expertos externos y fuentes en línea relevantes como se mostró en los apartados anteriores. Sin embargo, no se debe pasar por alto incluir actividades que fomenten una mayor capacidad de análisis crítico para filtrar y administrar la información externa. Se debe incorporar una variedad de estrategias de evaluación de los estudiantes como parte de las tareas para medir el progreso en el aprendizaje mientras se lleva a cabo en lugar de después de que haya ocurrido. Esto es fundamental para fomentar la instrucción y el aprendizaje de calidad en línea.

Una estrategia para mejorar el aprendizaje es la realización de pruebas interactivas auto evaluables; deben incluirse en cada lección para estimular los pensamientos y acciones de los estudiantes, alentarlos a hacer preguntas, motivarlos a aprender y ayudarlos a saber si entienden los conceptos de la lección o no. Por lo tanto, permite a los estudiantes a aprender del error, es decir, el error no significa un final, sino más bien un nuevo comienzo, la retroalimentación directa permite revisar partes específicas de la lección nuevamente. Las pruebas interactivas auto evaluables pueden incluir formatos cuidadosamente diseñados a través de distintos formatos, incluidos los basados en entornos de simulación. Los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) por sus siglas en inglés, se encargan de la entrega del contenido y las pruebas en diferentes formatos. Para ello es importante considerar bancos de preguntas robustos y modelado de reactivos a través de algoritmos que permitan regenerar valores dentro de conjunto de datos, a fin de proveer múltiples intentos que garanticen pruebas distintas en cada intento. Con ello los estudiantes ganan en confianza y les provee de un espacio de práctica.

Las estrategias de evaluación deben mostrar el grado de avance y actualizarse automáticamente en las herramientas de visualización de las calificaciones. Si bien es relevante que los estudiantes tengan libertad en la toma de decisiones, es igualmente importante las formas en que los estudiantes toman el control de sus procesos de aprendizaje. Como se mencionó al inicio de este capítulo, la autorregulación se desarrolla a través de tres factores de motivación, el primero de ellos es la controlabilidad percibida, y es reflejada por el mismo sistema a partir de las herramientas de visualización de las calificaciones, los otros dos factores se ven reflejados también en el sistema, sin embargo, estos dependen de la valoración y retroalimentación directa de las herramientas auto evaluables o de emitidas por parte del profesor. No omitimos mencionar que todas y cada una de las actividades contempladas deben de estar dentro de periodos específicos de tiempo para que los estudiantes sean conscientes de su entrega, además de la



evolución progresiva y articulada de los conocimientos.

Debe haber un balance adecuado en la selección de las actividades de aprendizaje individuales y el trabajo en equipo, así como una diversidad de tipos de actividades, herramientas cognitivas, discusiones y evaluaciones. Las asignaciones individuales de los estudiantes por sí solas no enseñarán a los estudiantes las habilidades críticas de trabajo en equipo, liderazgo y manejo de conflictos que necesitarán para tener éxito como integrantes de una sociedad; así mismo, las actividades en equipos de trabajo por sí solas no promoverán el rasgo igualmente importante del aprendizaje individual y autoiniciado. La combinación del aprendizaje y la evaluación en actividades individuales es el núcleo del concepto de aprendizaje combinado.

En síntesis, el modelo de diseño de entornos virtuales de aprendizaje combinado propuesto en este estudio utilizó un enfoque modular como se describió a lo largo de este capítulo para organizar los contenidos de un curso. Además, hasta este punto se han descrito ya los componentes necesarios para el desarrollo de un prototipo utilizando una arquitectura modular como plantilla de diseño de un curso dentro de entornos virtuales de aprendizaje.

El modelo presentado proporciona un marco ideal para fomentar el mayor grado posible de interacción social, una fuerte perspectiva de la comunidad de práctica y buenas prácticas para involucrar a los estudiantes en la colaboración en línea, así como herramientas cognitivas basadas en simulación por computadora para apoyar el rendimiento y generar competencias de orden superior. En el modelo pedagógico propuesto, los estudiantes de forma individual se vuelven autorreflexivos, intentan aplicar nuevos conocimientos a sus contextos individuales y, además, toman el control de su propio aprendizaje. Para fomentar la participación activa, los estudiantes deben recibir un apoyo adecuado y tener la oportunidad de hacer metacognición fomentando la interacción y el diálogo con los profesores y sus compañeros.

Las transiciones entre simuladores para la educación en modelos de caja “opaca” diseñados para la contextualización y representación de problemas, se utilizan inicialmente como espacios de exploración e hipótesis y se transita hacia modelos de caja de “cristal” para la representación de casos relacionados y herramientas cognitivas, logrando que los estudiantes interactúen entre sí y con el contenido. Es probablemente la estrategia más importante que los profesores en línea deben emplear para involucrarlos profundamente en el proceso de aprendizaje. Los atributos de esta etapa son de suma importancia para los estudiantes, ya que les ayuda a desarrollar ciertas habilidades críticas requeridas y habilidades de orden superior para hacer frente a los vertiginosos cambios y desafíos del siglo 21.

La construcción del conocimiento ocurre a través de la participación activa y el compromiso

intelectual de los estudiantes en diversas tareas auténticas (destinadas a proporcionar diferentes niveles de aprendizaje) a través de la interacción y la colaboración con compañeros, profesores y sistemas expertos (simuladores). Por lo tanto, el aprendizaje no se adquiere pasivamente, sino a través de algunas combinaciones entre:

- pensamiento y reflexión;
- conversación e interacción;
- experiencia y actividad;
- evidencia y demostración.

En el proceso, los estudiantes se apoyan en sus conocimientos existentes que actúan como base para la exploración, la discusión, la reflexión sobre las prácticas individuales, la interpretación individual, así como de la manipulación de las simulaciones y el contenido para el planteamiento de nuevas ideas en la resolución de problemas; todo esto ocurre dentro del entorno de aprendizaje colaborativo centrado en el estudiante. Se espera que la implementación efectiva de los EVAC y de las estrategias mencionadas anteriormente estimulen el rompecabezas cognitivo y la variación requerida, que impacte en todos los niveles de resultados de aprendizaje, principalmente cognitivos, afectivos, habilidades psicomotoras, habilidades interpersonales e intrapersonales.

Hay que tener en cuenta que no todos los temas o cursos pueden equipar a los estudiantes con todos estos niveles de conocimiento; una vez más, el nivel de conocimiento adquirido por los estudiantes y su éxito depende en gran medida de una serie de parámetros, como los objetivos y actividades de aprendizaje, la oportunidad de un discurso sostenido, la reflexión crítica, y la disponibilidad y accesibilidad de los recursos.

El diseño pedagógico del modelo presentado se adhiere principalmente a un enfoque constructivista en el que el enfoque se centra en el compromiso cognitivo activo de los estudiantes en un entorno centrado en el alumno en un contexto académico.

Una suposición hecha en el desarrollo de este modelo es que aborda características genéricas para permitir el desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje en el espectro más amplio posible de desarrollo de materiales. Esto significa que puede ser utilizable para diseñar la instrucción en cualquier materia de enseñanza. Por lo tanto, cualquier desarrollador de contenido debe ser capaz de utilizar el modelo para desarrollar un entorno de aprendizaje virtual en su propia área temática, sin importar si está basado en la teoría (por ejemplo, derecho o lingüística) o en la práctica (por ejemplo, física o química).



## Capítulo 7

# Resultados de la evaluación del modelo

*“Todo lo que uno inventa es verdad, puede estar perfectamente seguro de eso. La poesía es tan precisa como la geometría”*

---

*Gustave Flaubert*

Las siguientes secciones reúnen los resultados de la encuesta y la entrevista del estudio preliminar, y discuten la aplicación y validación de la metodología de investigación.

### 7.1 Datos obtenidos del estudio preliminar

En esta sección se analizan las respuestas con relación al estudio preliminar sobre la descripción de las competencias que conforman el Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) [Redecker et al., 2017] realizado a la audiencia de profesores asistentes en el marco del ciclo de conferencias en “Perspectivas de diseño en tecnología digital”.

Los detalles generales de la respuesta se muestran en la Tabla F.2 del apéndice F, diferenciada con cada una de las competencias y el grado de la descripción. A continuación, se comentan los resultados obtenidos.

Como se puede apreciar en la Figura 7.1, en general, los encuestados en su conjunto evidencian que en ningún caso existe de una falta de habilidades informáticas hasta tal punto que podría ser una desventaja para que participen en este estudio. El hecho de que todos ellos usaran Plataformas Virtuales en al menos un curso, ya sea en el mismo semestre o en un semestre anterior, se consideró un punto relevante en este estudio, ya que indicaba que el medio

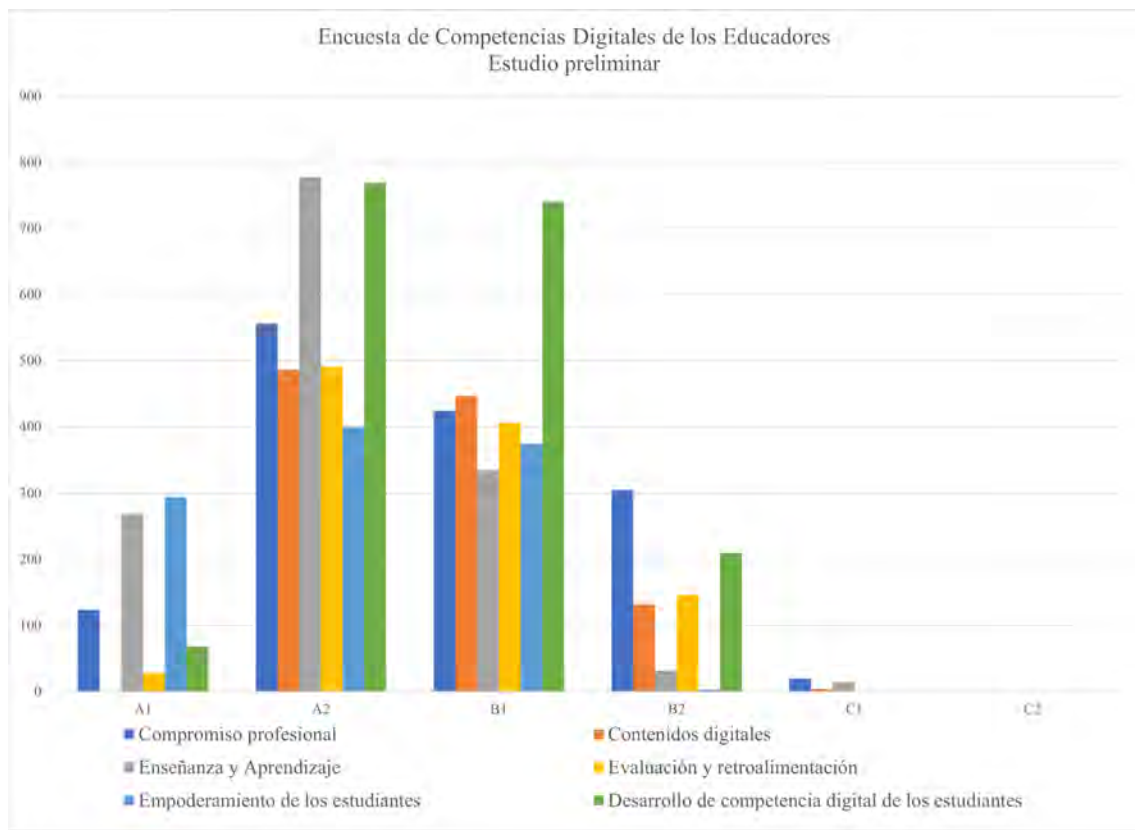


Figura 7.1: Encuesta de Competencias Digitales de los Educadores

no era nuevo en ninguno de los casos. Además, ninguno de ellos estaba en contra del uso de Aulas Virtuales para la instrucción, o estaba en contra de participar en este estudio.

Los puntos notables del estudio señalan que a nivel de:

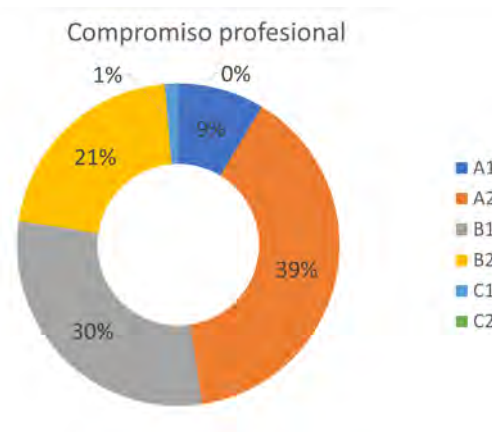


Figura 7.2: Grado de competencia a nivel de compromiso profesional del estudio preliminar

- **Compromiso profesional**

El 38.9% de los profesores encuestados se ubicó en un nivel A2, lo que representa un “conocimiento y uso básico de las tecnologías digitales para la comunicación; conocimiento y uso básico de las tecnologías digitales para la colaboración; sensibilización sobre las propias necesidades de desarrollo; y del uso de Internet para actualizar conocimientos”. Mientras que el 29.7% se colocó en el nivel B1, lo que equivale a un “uso eficaz y responsable de las tecnologías digitales para la comunicación; uso de las tecnologías digitales para compartir e intercambiar prácticas; uso de la experimentación y el aprendizaje entre compañeros como fuente de desarrollo, además del uso de Internet para identificar oportunidades para el Desarrollo Profesional Continuo (DPC por sus siglas en ingles)”. Y tan solo el 21.3% se posicionó en un B2, que se distingue por el “uso de las tecnologías digitales para la comunicación de forma estructurada y receptiva, uso de las tecnologías digitales para la construcción colaborativa de conocimiento, utilización de una serie de recursos para desarrollar las propias prácticas digitales y pedagógicas individuales, y de la búsqueda de oportunidades de DPC en línea”. Lo que representó al 89.9% del total de los encuestados en el estudio.



Figura 7.3: Grado de competencia a nivel de contenidos digitales del estudio preliminar

- **Contenidos digitales**

El 45.6% de los profesores encuestados se ubicó en un nivel A2, lo que representa un “conocimiento y uso básico de las tecnologías digitales para buscar recursos; creación y modificación de recursos mediante herramientas y estrategias básicas; además de la gestión de contenidos mediante estrategias básicas”. En tanto que el 41.6% se posicionó en el nivel B1, lo que equivale a una “localización y evaluación de los recursos adecuados utilizando criterios básicos, creación y modificación de recursos mediante algunas funciones avanzadas, así como la protección eficaz de los contenidos mediante estrategias básicas”.

Y tan solo el 12.3% se colocó en un B2, haciendo una “localización y evaluación de los recursos adecuados utilizando criterios complejos; adaptación de recursos digitales avanzados a un contexto de aprendizaje concreto, y de un intercambio profesional de contenidos”. Lo que representó al 99.5% del total de los encuestados del estudio.

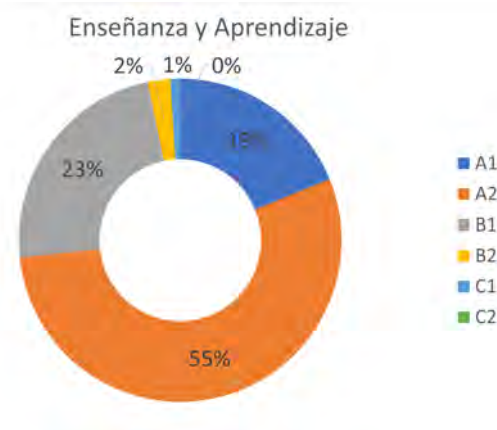


Figura 7.4: Grado de competencia a nivel de enseñanza y aprendizaje del estudio preliminar

- **Enseñanza y aprendizaje**

El 54.6% de los profesores encuestados se ubicó en un nivel A2, lo que representa un “uso básico de las tecnologías digitales disponibles para la enseñanza, empleo de estrategias digitales básicas para interactuar con los estudiantes, incentivo a los estudiantes para utilizar las tecnologías digitales en sus actividades colaborativas, además de un incentivo a los estudiantes para utilizar las tecnologías digitales en actividades de aprendizaje autorreguladas”. Mientras que 23.5% se colocó en el nivel B1, lo que equivale a una “integración significativa de las tecnologías digitales disponibles en el proceso de enseñanza; uso de las tecnologías digitales para mejorar la interacción con los estudiantes, implementación de tecnologías digitales en el diseño de actividades colaborativas, y de una implementación de tecnologías digitales en el diseño de actividades de aprendizaje autorreguladas”. Y tan solo el 18.8% se posicionó en un A1, que se caracteriza por el “poco uso de las tecnologías digitales para la enseñanza; poco uso de las tecnologías digitales para interactuar con los estudiantes; poco uso de las tecnologías digitales en las actividades de aprendizaje colaborativo, así como del poco uso de las tecnologías digitales para el aprendizaje autorregulado”. Lo que representó al 96.8% del total de los encuestados del estudio.

- **Evaluación y retroalimentación**

El 45.8% de los encuestados se ubicó en un nivel A2, lo que representa una “integración de las tecnologías digitales en las estrategias de evaluación tradicionales; evaluación de

## 7.1. DATOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO PRELIMINAR



Figura 7.5: Grado de competencia a nivel de evaluación y retroalimentación del estudio preliminar

datos básicos sobre la actividad y el rendimiento del alumnado, y un uso de las tecnologías digitales para configurar la retroalimentación”. Mientras que 37.9% se localizó en el nivel B1, lo que equivale al “empleo y modificación de las herramientas y formatos de evaluación digital existentes, evaluación de diversos datos digitales para configurar la enseñanza, así como del uso de las tecnologías digitales para proporcionar retroalimentación”. Y tan solo el 13.6% se posicionó en un B2, que significa la “utilización estratégica de diversos formatos digitales de evaluación, empleo estratégico de herramientas digitales para la generación de datos; además del uso de los datos digitales para mejorar la eficacia de la retroalimentación y el apoyo”. Lo que representó al 97.3% del total de los profesores encuestados.



Figura 7.6: Grado de competencia a nivel de empoderamiento de los estudiantes del estudio preliminar

- **Empoderamiento de los estudiantes**

El 37.3% de los profesores encuestados se localizó en un nivel A2, lo que representa que



una “sensibilización sobre los problemas de accesibilidad e inclusión, conocimiento del potencial de las tecnologías digitales para la personalización, y del uso de tecnologías digitales para captar el interés de los estudiantes”. Mientras que 35.0% se ubicó en el nivel B1, lo que equivale a una “aproximación inicial a la accesibilidad y la inclusión, empleo de tecnologías digitales para la personalización, así como un fomento del uso activo de las tecnologías digitales por parte de los estudiantes”. Y tan solo el 27.5% se posicionó en un B2, lo que significa una “preocupación por la accesibilidad y la inclusión, desconocimiento del potencial de las tecnologías digitales para la personalización, y del poco uso de las tecnologías digitales para que los estudiantes se impliquen”. Lo que representó al 99.8% del total de los profesores encuestados del estudio.



Figura 7.7: Grado de competencia a nivel de desarrollo de la competencia digital de los estudiantes del estudio preliminar

- **Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes**

El 42.9% de los participantes del encuestados se ubicó en un nivel A2, lo que representa que un “fomento del uso de las tecnologías digitales para la búsqueda de información por parte de los estudiantes, fomento del uso de las tecnologías digitales para la comunicación y la colaboración por parte de los estudiantes, fomento del uso de las tecnologías digitales para crear contenidos por parte de los estudiantes, fomento del uso de las tecnologías digitales de forma segura y responsable por parte de los estudiantes, así como un fomento del uso de las tecnologías digitales por parte de los estudiantes para resolver problemas”. Mientras que 41.5% se localizó en el nivel B1, lo que significa una “implementación de actividades para el fomento de la alfabetización de los estudiantes en materia de información y medios de comunicación, implementación de actividades que fomenten la comunicación digital y la colaboración de los estudiantes, implementación de actividades que fomenten la creación de contenidos digitales por parte de los estudiantes, implementación de medidas para garantizar el bienestar de los estudiantes, apoyo al uso de las tecnologías digitales por

parte de los estudiantes desde un punto de vista pedagógico para garantizar su bienestar, y de la implementación de actividades que fomentan la resolución de problemas digitales por parte de los estudiantes”. Y tan solo el 11.8% se posicionó en un B2, haciendo un “uso estratégico de una serie de medidas pedagógicas para promover las competencias básicas de los estudiantes en materia de información y de alfabetización mediática, uso estratégico de una serie de medidas pedagógicas para fomentar la comunicación y la colaboración digital de los estudiantes, uso estratégico de una serie de medidas pedagógicas para fomentar la creación de contenido digital por parte de los estudiantes, desarrollo estratégico y crítico del uso responsable y seguro de las tecnologías digitales por parte de los estudiantes, además del uso estratégico de una serie de medidas pedagógicas para fomentar la resolución de problemas digitales por parte de los estudiantes”. Lo que representó al 96.2% del total de los profesores encuestados del estudio.

Los resultados muestran que los profesores se sienten digitalmente competentes en un grado que oscila entre A2 y B1 con un 44.3% y un 34.7% respectivamente. Según el valor medio, los ítems en los que los profesores muestran menos dominio pertenecen al área de la “enseñanza y aprendizaje” así como en el “empoderamiento de los estudiantes”. No obstante, diferenciaremos entre el A2 y B1 como «nivel suficiente» que significaría que el profesor siente que tiene competencia y conciencia digitales, habiendo conseguido una adopción y adaptación de las competencias digitales en su desarrollo profesional pero no suficiente como para innovar en su labor docente, que consideraremos sólo en las etapas C1 a C2 el “nivel para innovar”.

## 7.2 Datos obtenidos del estudio final

En esta sección se analizan las respuestas en relación con el estudio final que tuvo como propósito medir la pertinencia e impacto del modelo de “Entornos Virtuales de Aprendizaje Combinado basado en Simulación”. Como punto inicial se presenta la progresión sobre la descripción de las competencias que conforman el “Marco Común de Competencia Digital Docente” [Redecker et al., 2017] realizado a los profesores inscritos a la serie de cursos de formación tecno-pedagógica.

Los detalles generales de la respuesta sobre la descripción de las competencias del “Marco Común de Competencia Digital Docente” se proporcionan en la tabla F.4 del Apéndice F. A continuación se realiza un comparativo entre el estudio preliminar y final de la progresión las competencias más comunes a nivel digital que utilizan los profesores en su labor docente después de la intervención.

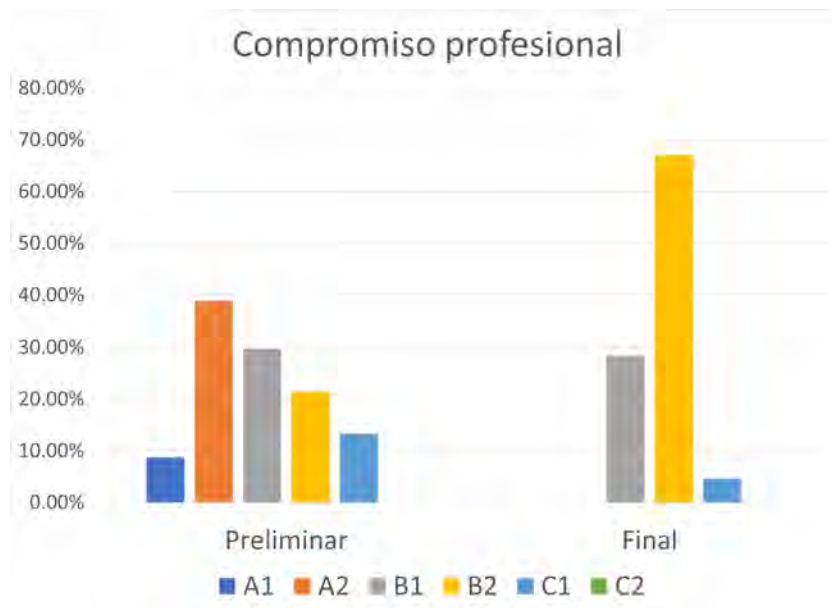


Figura 7.8: Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de compromiso profesional.

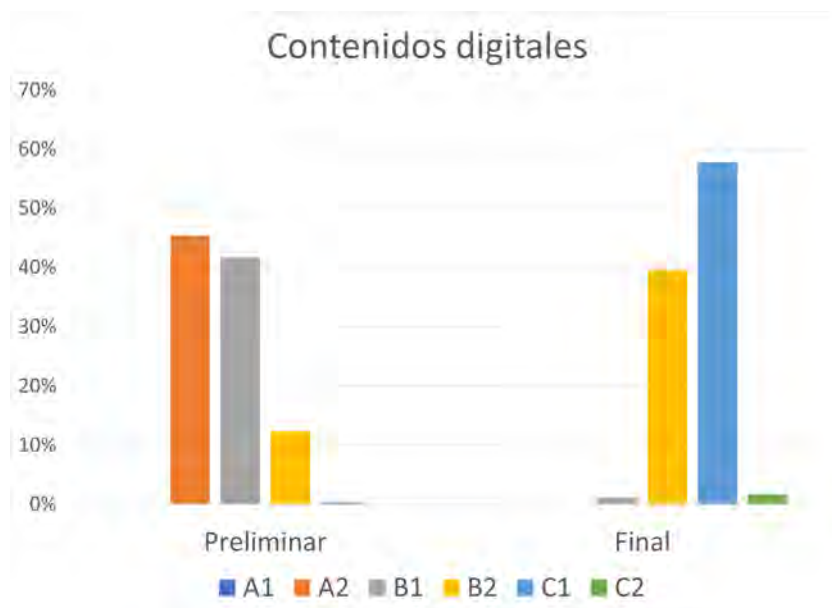


Figura 7.9: Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de contenidos digitales.



Figura 7.10: Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de enseñanza y aprendizaje.

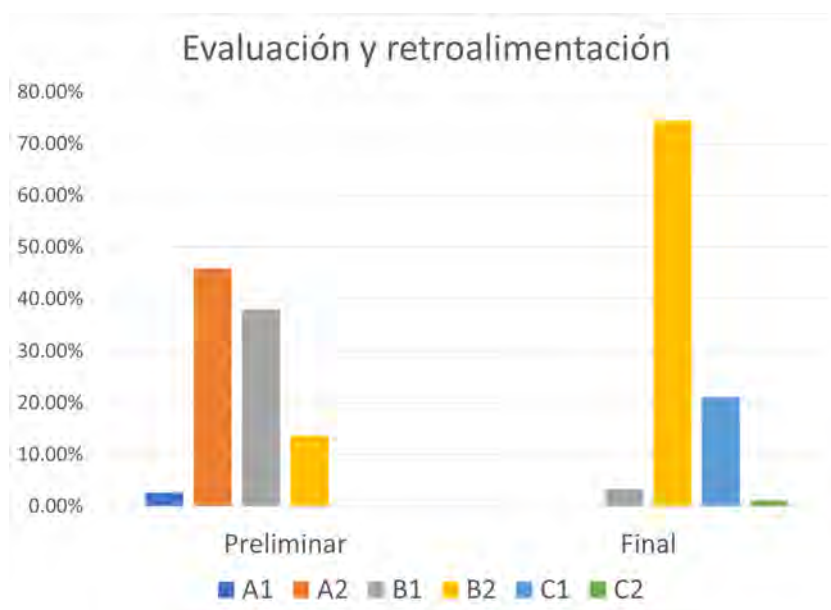


Figura 7.11: Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de evaluación y retroalimentación.

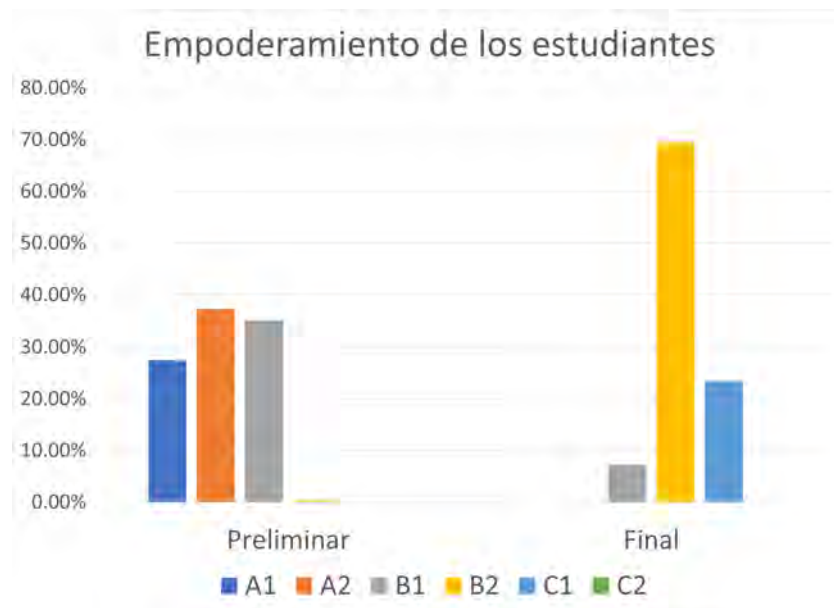


Figura 7.12: Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de empoderamiento de los estudiantes.



Figura 7.13: Comparativo entre el estudio preliminar y final a nivel de desarrollo de la competencia digital de los estudiantes.

De acuerdo las figuras 7.8 a la 7.13 en las que se muestran los comparativo de los resultados entre el estudio preliminar y final de las competencias del MCCDD (Tabla F.4 del Apéndice F), se puede observar que hubo una mejor percepción de los profesores participantes del estudio después de la intervención, lo que representa una progresión de las habilidades en relación con

el uso de las herramientas, recursos y gestiones más comunes a nivel digital. De acuerdo con los resultados del estudio preliminar, los profesores se auto percibían en un grado que osciló entre A2 y B1 con un 44.3% y un 34.7% respectivamente, en comparación con los profesores del estudio final que se auto percibieron en un grado que osciló entre B2 y C1 con un 59.77% y un 31.29%.

Como señalamos inicialmente, dado que la progresión de los niveles de aptitud es acumulativa, una persona competente a nivel avanzado debe ser capaz de realizar las actividades de este nivel y de todos los niveles inferiores, lo que implica de que el 91% de los profesores encuestados se posiciona al menos en un nivel B2, lo que se traduce en un uso de diversas tecnologías digitales con una mayor confianza, de manera creativa y crítica para mejorar sus actividades profesionales. De igual forma este nivel los lleva a una experimentación como medio para ampliar, estructurar y consolidar su repertorio de estrategias de una manera más curiosos y abiertas a ideas nuevas. Se puede ver además que existe una tendencia favorable a progresar a niveles más altos, ya que tienen un enfoque consistente e integral del uso de las tecnologías digitales para mejorar las prácticas pedagógicas y profesionales. La reflexión continua sobre sus prácticas y desarrollo continuo, al igual que el intercambio con otros compañeros, los mantendrá actualizados sobre nuevos desarrollos e ideas.

### 7.3 Resultado de la evaluación del modelo

La evaluación de los aspectos del diseño instruccional descritos en el capítulo 6, corresponden a los estándares generales definidos por *Quality Matters* (2018) para la evaluación de espacios virtuales de aprendizaje.

Las frecuencias de las respuestas obtenidas para cada ítem del cuestionario se muestran en la Tabla F.6 del Apéndice F.

Para el caso del análisis del “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulación” se estableció una escala cualitativa como se mencionó en apartado de evaluación del modelo en el capítulo 2 para establecer el grado de cumplimiento de los criterios de acuerdo con lo siguiente:

<b>Nivel de cumplimiento</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
Se cumple plenamente	90%	100%
Se cumple en alto grado	80%	89%
Se cumple aceptablemente	60%	79%
Se cumple insatisfactoriamente	30%	59%
Se incumple plenamente	0%	29%

CAPÍTULO 7. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO

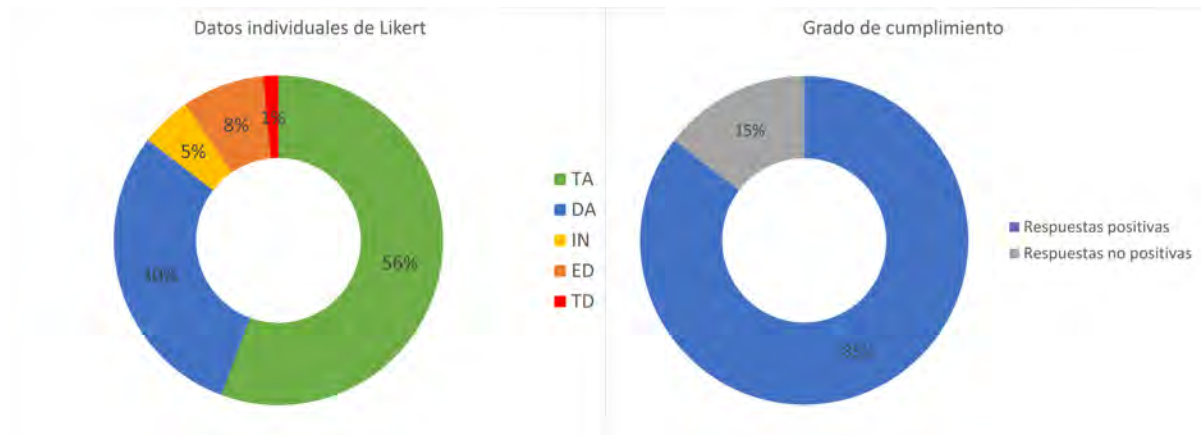


Figura 7.14: Valoración de la calidad de la "introducción y descripción general del espacio académico".

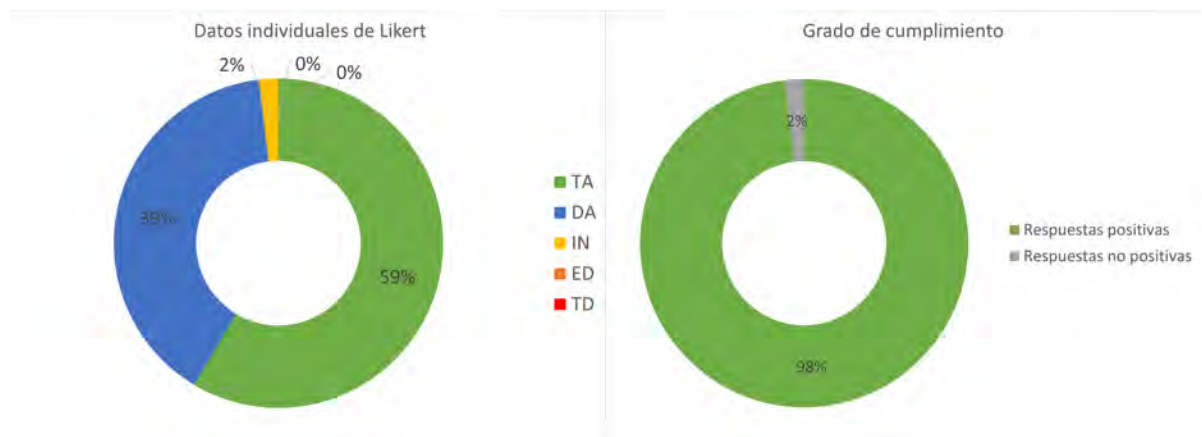


Figura 7.15: Valoración de la calidad de los "objetivos de aprendizaje".

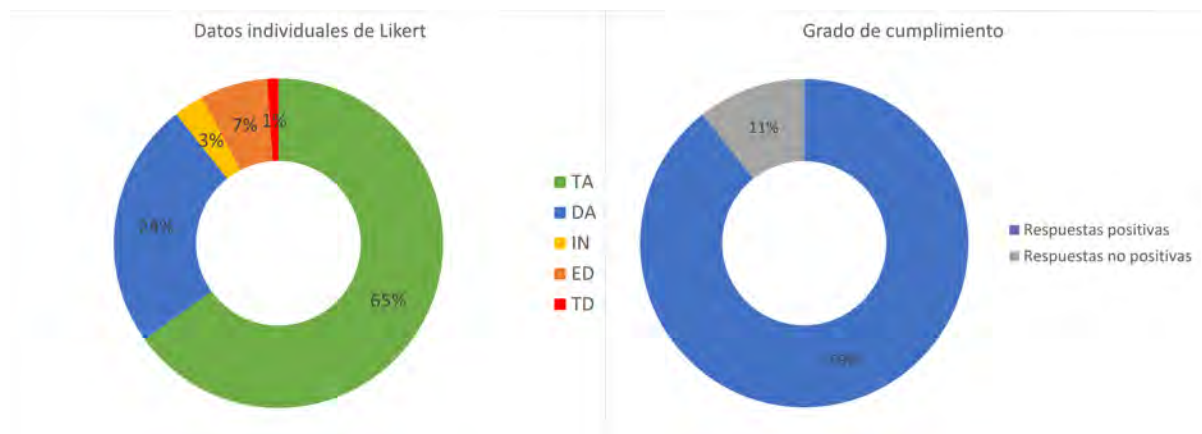


Figura 7.16: Valoración de la calidad de la "evaluación y medición".



### 7.3. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO

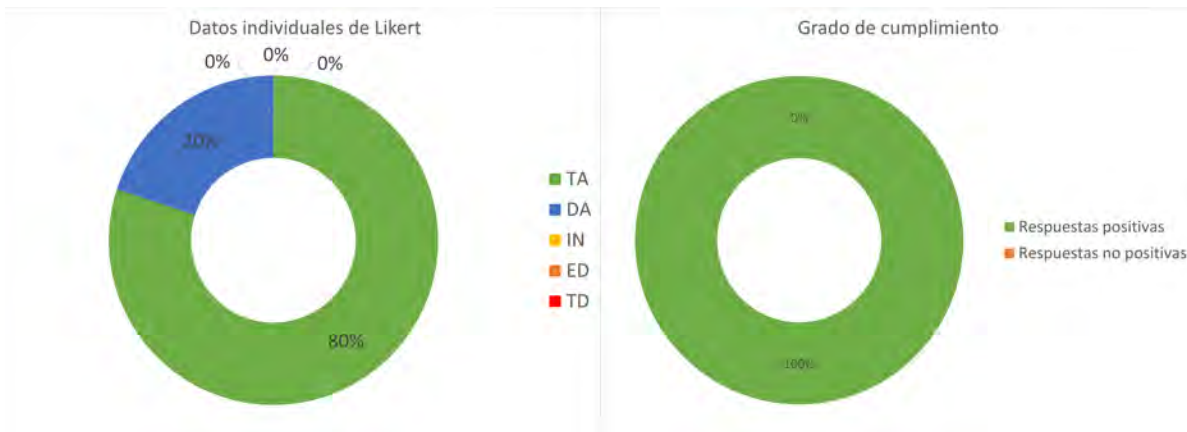


Figura 7.17: Valoración de la calidad de los “materiales”

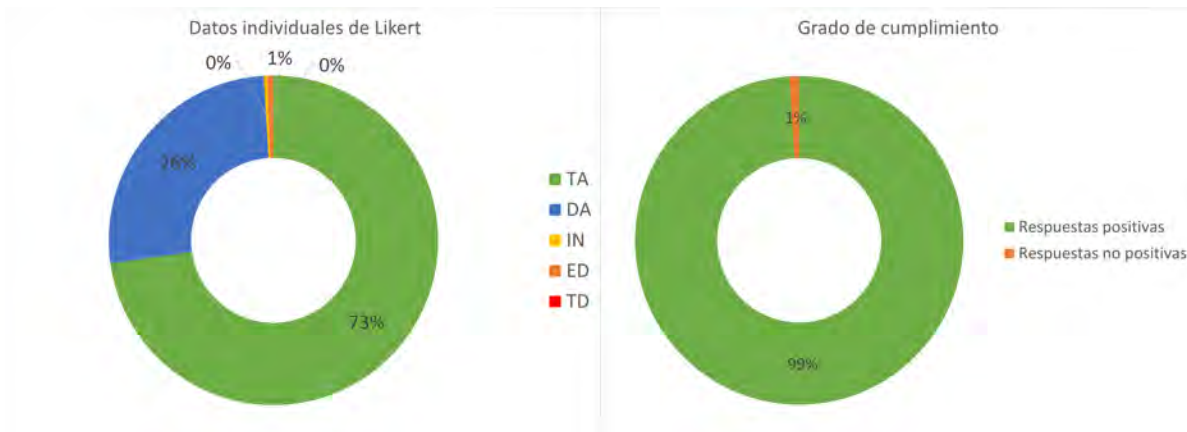


Figura 7.18: Valoración de la calidad del “aprendizaje basado en simulaciones”

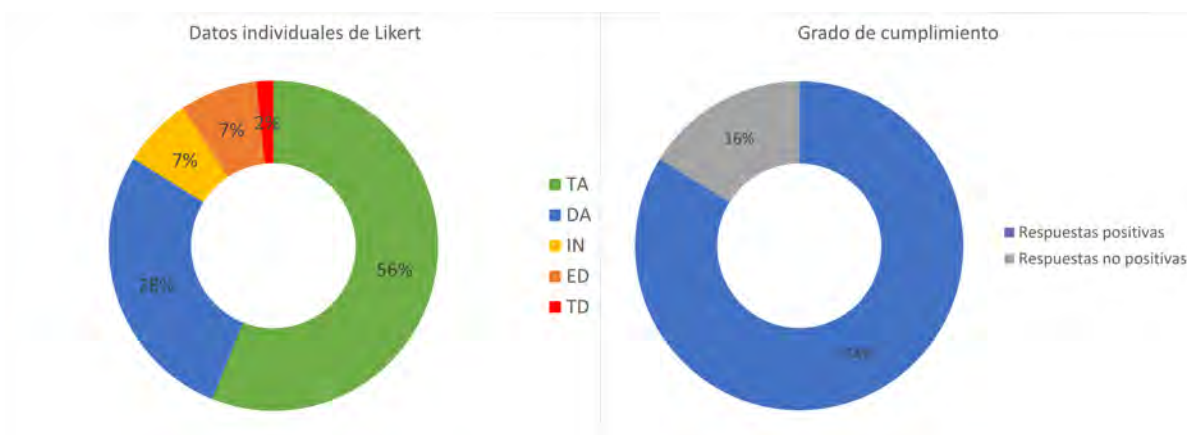


Figura 7.19: Valoración de la calidad de las “actividades del espacio académico e interacción del estudiante”



## CAPÍTULO 7. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO

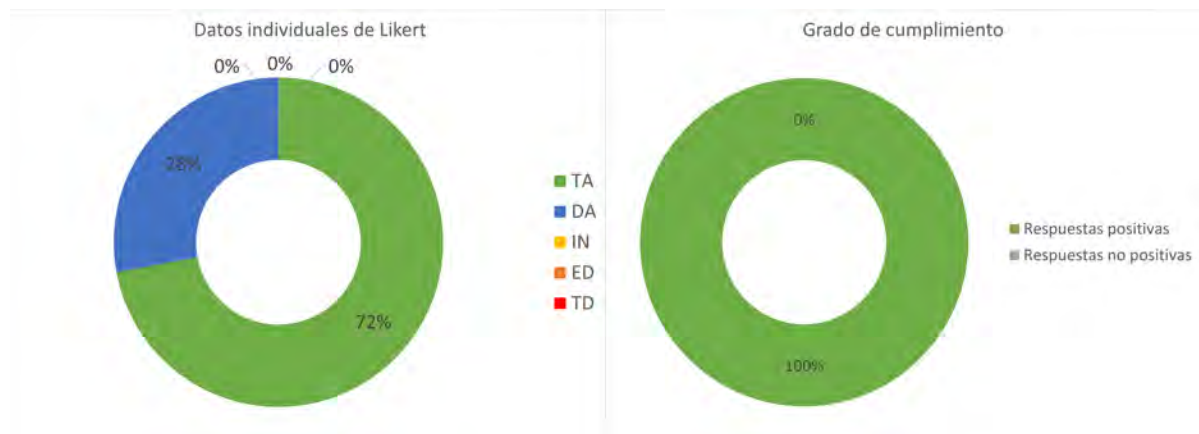


Figura 7.20: Valoración de la calidad de la "tecnología del espacio académico"

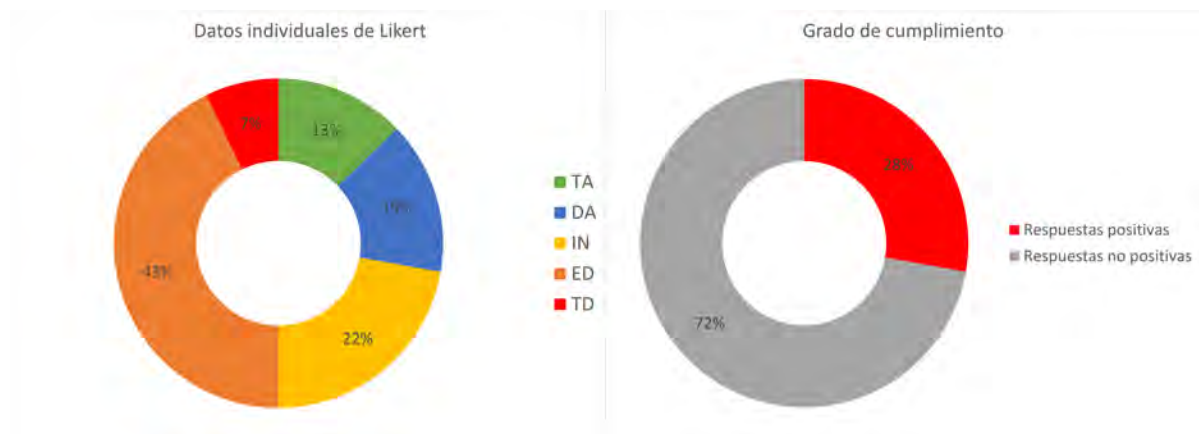


Figura 7.21: Valoración de la calidad del "apoyo al estudiante"

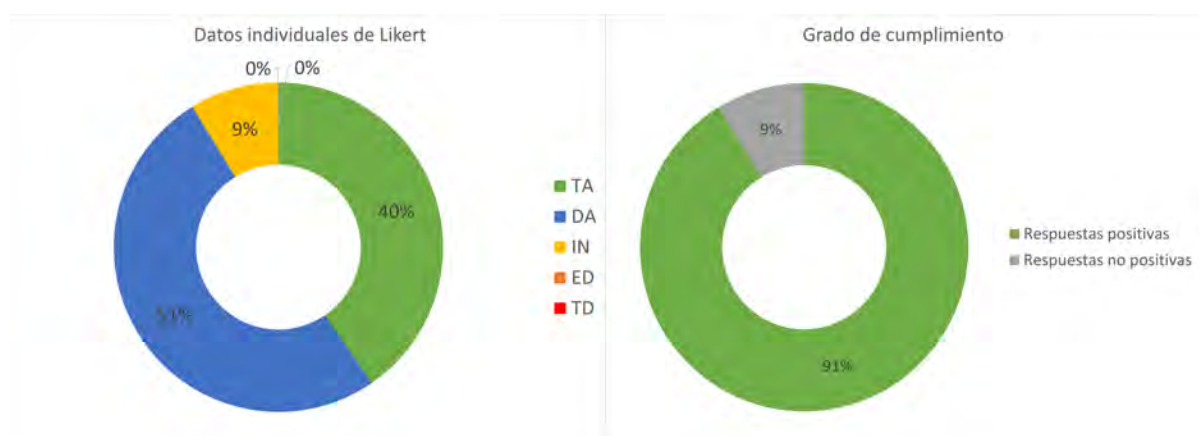


Figura 7.22: Valoración de la calidad de la "accesibilidad y usabilidad"

El análisis de la percepción de las competencias digitales de los profesores va ganando sentido en tanto que el grado de competencia será lo que permita al profesorado una aplicación

pedagógica de las TIC en el aula, así lo han mostrado estudios anteriores. En la mayoría de los estudios se evidencia que no es posible para el profesor desarrollar las competencias digitales de sus estudiantes si él mismo no tiene un dominio suficiente de estos modelos (González, Espuny, de Cid y Gisbert, 2012).

Los resultados obtenidos en el estudio comparativo de dichas competencias son evidencias empíricas significativas. Aunque el estudio presentado tiene sus limitaciones, muestra que en el contexto de la pandemia por COVID 19, obligo a los profesores a incursionar en los modelos de educación a distancia, lo que sin duda transformó positivamente la manera de entender lo que están haciendo y su función docente. Sin embargo, un nivel de suficiencia de los conocimientos tecnológico/pedagógico no permite enseñar de forma eficiente una materia superando el conocimiento aislado de tecnología, contenido y pedagogía sin dominar dichas competencias.

La intervención realizada demostró de forma significativa que un adecuado diseño instruccional para la educación a distancia no solo tiene un impacto positivo en las habilidades y competencias del docente, sino que además es necesario para el desarrollo de las actividades que se realizan dentro del mismo entorno de aprendizaje.

## 7.4 Guía para evaluar el proceso de investigación cualitativa

### 1. Introducción

- ¿Se formulan con claridad los objetivos de la investigación?

Sí, se aclara cual es el objetivo principal, y se plantean una serie de objetivos particulares. El objetivo general del estudio es: “Diseñar una propuesta metodológica mediada por el uso de modelos y simuladores basados en computadora en entornos virtuales de aprendizaje combinados, para mejorar los ambientes de aprendizaje en la educación media superior” y como objetivos específicos: “Definir estrategias adecuadas para la implementación de modelos y simuladores en los entornos virtuales de aprendizaje; Definir una guía teóricamente sólida y práctica para el diseño y uso de modelos y simuladores; Definir los fundamentos teóricos y epistemológicos subyacentes al desarrollo de modelos; Definir los elementos técnicos para el uso de simulaciones basados en computadora para el aprendizaje; Utilizar las tecnologías AVA como mediación en el proceso enseñanza-aprendizaje para adecuar los modelos didácticos de aprendizaje”.

- ¿La metodología cualitativa es la apropiada para el objetivo de la investigación?

Se especifica en el sección 2.2 de este documento. Se explica el porqué de la metodología y de la estrategia metodológica empleada. “De manera general, el estudio utilizó un método de investigación mixto con componentes cuantitativos como cualitativos. Los datos estadísticos obtenidos de las encuestas se utilizaron como medida descriptiva. La razón del enfoque cualitativo es que, la naturaleza de este estudio de innovación tecnológica es demasiado compleja para reducirla a medidas únicamente cuantificables, ya que el estudio se centró en obtener una medición de la percepción de los participantes expertos sobre efecto del modelo de diseño propuesto para diseño de entornos virtuales de aprendizaje (...) el propósito del enfoque interpretativo en la ciencia de la información es producir una comprensión del contexto y el proceso por el cual la ciencia de la información influye y es influenciada por el contexto. Esta afirmación justifica la elección de la hermenéutica en esta investigación como la razón filosófica para este estudio. Así, la investigación adopta una postura intersubjetiva o interaccional hacia la realidad que se está investigando”.

- ¿El estudio se enmarca en su contexto y se justifica su realización?

Sí, se explican los motivos de la elección de la temática en el apartado de introducción “La educación en México, al igual que en la mayoría de los países, vive momentos de análisis y reflexión en los que se discuten y plantean las acciones que se deben realizar para afrontar la actual emergencia sanitaria, que al tiempo se vislumbra como una nueva realidad a la que deberemos de acostumbrarnos (...) Los desarrollos recientes en software interactivo y el surgimiento del pensamiento sistémico brindan una oportunidad única para crear simulaciones interactivas basadas en modelos que abordan el aprendizaje de los estudiantes [Aldrich, 2003]. Los programas de simulación por computadora animan a los estudiantes a explorar sistemas complejos y realistas. El entorno interactivo y la capacidad gráfica de estos programas proporcionan retroalimentación instantánea a los estudiantes (...) Las simulaciones y los modelos se consideran cada vez más entornos de aprendizaje innovadores que son coherentes con la forma en que las personas aprenden: las variables se pueden limitar a un nivel manejable y se puede proporcionar una estructura y dirección para el aprendizaje, se pueden abordar problemas del mundo real y los estudiantes pueden tomar el control y responsabilidad por su propio progreso de aprendizaje”.

- ¿El estudio es pertinente y relevante?

Sí, el autor del estudio explica en la “introducción” sobre “antecedentes y justificación” los motivos por los cuales este estudio es pertinente y relevante. Se ponen de manifiesto cuales son los últimos estudios sobre la temática, los autores relevantes en el tema (Cheng, Landriscina)

### 2. Participantes y métodos

#### Diseño:

- ¿Está satisfactoriamente descrita la estrategia metodológica utilizada?

Sí, se ha incorporado un capítulo específico en el que se aborda la estrategia metodológica. Este cuestionamiento se aborda en el capítulo 2 en el apartado de 2.3 del documento.

- ¿El diseño es apropiado para la pregunta de la investigación?

Sí. De acuerdo con la sección 2.2 se fundamenta la elección en línea con el análisis previo de los paradigmas interpretativos de la investigación.

- ¿Se realizaron modificaciones al diseño proyectado y por qué?

No, no se realizaron modificaciones en el diseño.

- ¿El estudio está conceptualizado temporalmente?

No hay una temporalización del estudio de manera específica.

#### Muestreo:

- ¿La muestra seleccionada cumple criterios de pertinencia para el objetivo de la investigación?

Sí, los criterios de selección de la muestra garantizan la homogeneidad y representatividad de la población observada. Esta información se puede encontrar en el apartado 2.5 relativo a la “población y muestra”.

- ¿Se describe de dónde, quién y por qué se seleccionó?

Sí, la muestra fue seleccionada en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan, con profesores de las áreas de matemáticas y ciencias experimentales toda vez que estas áreas son de mayor relevancia por los componentes del estudio, específicamente representan para el investigador una crítica más objetiva en el campo de las simulaciones. La muestra fue seleccionada atendiendo al perfil de estudio: profesores en activo con experiencia de 1 a 2 semestres utilizando plataformas o aulas virtuales.

- ¿Se refiere cómo fueron seleccionados los participantes y si alguno de los seleccionados rehusó participar y por qué?

Se especifica que la selección se realizó mediante una muestra no aleatoria por conveniencia dentro de un perfil definido para el estudio. Se establece que en el estudio preliminar participaron solo una parte de los asistentes al ciclo de conferencias. Mientras que en el estudio final participaron el 100 % de los inscritos a los cursos, se indica además que la participación fue voluntaria en ambos casos.

Técnicas de recogida de información:

- ¿Están satisfactoriamente descritas las técnicas de recogida de información?

Se explica de manera teórica la técnica para la recolección de los datos y como se tratan los datos recogidos con esta técnica, es decir, el análisis e interpretación de los datos recolectados.

- ¿Las técnicas utilizadas eran las adecuadas para el tema a investigar?

Si, ya que los estudios por encuestas responden a una finalidad descriptiva específica y concreta. Los diversos enfoques de la investigación por encuesta tienen el mismo propósito: recoger opiniones, creencias o percepciones sobre un tema de actualidad de un gran grupo de personas.

Análisis:

- ¿La estrategia de análisis está convenientemente descrita?

Si, se ha utilizado el modelo de análisis descriptivo.

- ¿Cómo se han derivado los temas y categorías desde los datos?

Si, se explica en el capítulo de los análisis de los resultados. Para aclarar el proceso se aporta un tablas de las categorías empleadas en el estudio.

- ¿Toda la información obtenida se ha tenido en cuenta en el análisis?

En el trabajo analizado no se hace mención de que no se hayan analizado todos los datos disponibles. Y existe evidencia de acuerdo con los instrumentos empleados que se agotaron todos en el apartado de resultados.

Rigor:

- ¿Qué técnicas se han utilizado para asegurar la fiabilidad de los resultados?

La confiabilidad en el sentido tradicional no tan práctica en un estudio de caso cualitativo; no obstante, el investigador señala que la confiabilidad en este tipo de investigación debe determinarse a través de la consistencia de los resultados con los datos recopilados. Para lograr la confiabilidad deseada se puede realizar a través de una auditoria, que consiste en la documentación del investigador de los datos, métodos y decisiones tomadas durante la tesis.

- ¿Los autores describen el método con el suficiente detalle para poder reproducir el estudio?

La respuesta a esta cuestión tiene matices. Así como las características de la muestra seleccionada y el instrumento de recogida de datos están descritas, dadas las características de este estudio, la réplica de este es posible, toda vez que el sistema de categorías que este estudio puede ser empleado para estudios que analicen el mismo tipo de datos. No obstante, el investigador señala que la investigación cualitativa es válida para el investigador y no necesariamente para otros debido a la posibilidad de múltiples realidades, un estudio similar con diferentes sujetos o en una institución diferente con diferente cultura y contexto organizacional o por un investigador diferente puede no necesariamente producir los mismos resultados. La calidad de las inferencias también depende de la construcción personal de significados basados en el individuo. Podríamos decir, que se puede replicar en los aspectos más técnicos del estudio y no es los aspectos más internos del mismo.

### 3. Resultados y Discusión

- ¿Los resultados se describen con claridad y son comprensibles?

Los resultados aparecen organizados según las categorías analizadas y en la cronología de eventos. Además, para su mejor comprensión se añaden tablas y gráficos.

- ¿La descripción de los resultados es adecuada?

La información sintetizada en tablas que acompaña al texto de los resultados hace que la lectura de los datos de este apartado sea fluida y comprensible.

- ¿Se han seleccionado los más relevantes para los objetivos de la investigación?

Se especifica que los resultados expuestos en el trabajo son relevantes para el estudio; sin embargo, se advierte que, al ser una investigación cualitativa, los resultados son subjetivos al tipo de población y del investigador, por lo que no necesariamente se puede llegar a una generalización por el tipo de estudio.

- ¿Se presentan suficientes datos para justificar los resultados?

Se señalan datos suficientes que aportan evidencia significativa; no obstante, no se puede realizar una afirmación al respecto para poder valorar esta pregunta.

- ¿Es adecuada la discusión de la evidencia disponible tanto a favor como en contra de los argumentos del investigador?

Se aportan argumentos desde el punto de vista de la teoría utilizada para la realización del estudio.

#### 4. Conclusión

- ¿Se señalan las conclusiones claves del estudio?

Sí, el autor expone sus conclusiones textuales:

“Conclusión: La evaluación final del modelo de Entornos Virtuales de Aprendizaje Combinados basados en Simulación indicó que podría combinar la efectividad y las oportunidades de socialización en los espacios virtuales con las posibilidades de aprendizaje basado en simulación mejoradas tecnológicamente para una mayor interactividad dentro del entorno en línea; puede proporcionar a los estudiantes una mayor interactividad (...) En esencia, el modelo propuesto intenta colocar al estudiante en el centro del proceso de diseño y desarrollo, y brindarle muchas oportunidades para participar activamente en el proceso de aprendizaje.”

- ¿Las conclusiones derivan del análisis de los datos?

Sí, junto a las conclusiones, el autor expone ejemplos textuales recogidos en los datos recogidos del estudio:

“Los resultados obtenidos en el estudio comparativo de dichas competencias son evidencias empíricas significativas. (...) obligo a los profesores a incursionar en los modelos de educación a distancia, lo que sin duda transformó positivamente la manera de entender lo que están haciendo y su función docente.

- ¿Los resultados pueden ser transferibles a poblaciones más amplias?

En este estudio es posible, los resultados no son específicos ni aplicables únicamente a la muestra seleccionada.

- ¿Se señalan las limitaciones del estudio?

En esta investigación se señalan tres tipos de limitaciones: la primera de ellas es el tamaño de la muestra, el número de unidades de análisis utilizadas fue demasiado pequeña y segunda no es representativa del conjunto de todos los profesores del plantel, encontrar conexiones significativas en los datos fué un reto, ya que las pruebas estadísticas suelen requerir un tamaño de muestra mayor para garantizar una representación justa y esto puede ser limitante. También se señala que el estudio fue diseñado para medir la efectividad del modelo propuesto en su uso por parte de los profesores, si bien no constituye una limitación propiamente para los fines que se persiguen, se puede extender la comprensión del modelo por parte de los estudiante, lo que ofrece la oportunidad de aportar ideas para futuras investigaciones.

- ¿El investigador ha examinado su papel en el estudio, su influencia y los posibles sesgos?

Sí, el investigador señala su papel en el estudio como observador participante, en los que llevó a cabo métodos observacionales de recopilación de datos y evaluaciones observando cómo los profesores participaban en el ciclo de conferencias y en el desarrollo de los cursos.

- ¿Se contemplan las implicaciones del estudio para la acción y el cambio?

Sí, junto a las conclusiones, el autor expone su contribución al conocimiento y a la sociedad:

“El modelo hace una contribución original al campo de la tecnología educativa dentro del panorama actual y tendencias mundiales, ya que ayuda a mejorar la práctica al hacer un cambio de la centralidad del maestro a la centralidad del estudiante. También representa un cambio de paradigma de los entornos, comúnmente desarrollados para gestionar y mediar la educación, tanto la simulación como el enfoque del modelo combinado, presentan herramientas confiables para el desarrollo de competencias en los estudiantes que les permita ser autoiniciados y autorregulados con la mínima intervención del docente.”

- ¿Se apuntan las nuevas directrices en este campo?

Sí, junto a las conclusiones, el autor expone recomendación para su posterior estudio:

“La necesidad de una transformación de las prácticas de educación media-superior y superior se siente en todo el mundo por diversas razones (...) La tecnología seguramente será un componente clave de toda la educación media-superior y



superior futura, pero necesitamos repensar cómo usamos la tecnología dentro y fuera del aula, particularmente en este momento en que las instituciones de educación media-superior y superior están transformándose para enfrentar sus limitaciones de espacios físicos y financieras, al tiempo que muchos estudiantes buscan opciones más flexibles para acceder a una educación superior”.

Conclusión de la aplicación de la guía de análisis a este estudio: Como se ha podido observar, el trabajo analizado cumple, con la mayoría de los puntos de la guía. Se detectan algunos apartados que se podrían abordar con una mayor profundidad.

## Capítulo 8

# Discusión, conclusión y recomendaciones

*“Ten cuidado con tus sueños: son la sirena de las almas. Ella canta. Nos llama. La seguimos y jamás retornamos”*

---

*Gustave Flaubert*

El objetivo de este estudio fue desarrollar un modelo de “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulación” que pudiera utilizarse para crear y facilitar entornos de aprendizaje combinado. El modelo fue teóricamente concebido y desarrollado (capítulo 6), además se modeló un curso muestra (apéndice E) para su valoración en el que se muestra la aplicación del modelo propuesto, todo ello para abordar las preguntas de investigación:

- ¿Cómo se puede diseñar, desarrollar e implementar un entorno de aprendizaje de tipo combinado basado en simuladores por computadora?
- ¿Cómo se pueden desarrollar estrategias didácticas para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, en los diferentes contextos locales y globales del mercado laboral?
- ¿Cómo se podría usar la simulación por computadora para enseñar de manera más efectiva?
- ¿Cómo se puede desarrollar la autorregulación de los estudiantes para el estudio como factor principal en el diseño instruccional?
- ¿Cómo se pueden utilizar los sistemas para la gestión del aprendizaje como herramientas principales para optimizar oportunidades de aprendizaje para estudiantes de manera individual?

Fue concebido para sentar bases sólidas en diseño y desarrollo de “entornos virtuales de aprendizaje combinados” mediante técnicas de prototipado y la incorporación de simuladores para la educación; difundido y explicado en un conjunto de cursos para extender su uso y posteriormente revisado por los profesores participantes en los mismos para la evaluación final (Capítulo 7). En las siguientes secciones se analiza la contribución del estudio al conocimiento (Sección 8.2), la conclusión del estudio (Sección 8.3), las recomendaciones de los resultados del estudio (Sección 8.4) y las recomendaciones para futuras investigaciones (Sección 8.5).

## 8.1 La pregunta de investigación

Este estudio se llevó a cabo dentro del ámbito de varias pregunta de investigación relacionadas entre sí. No obstante, se puede establecer como pregunta principal: “¿Cómo se puede diseñar, desarrollar e implementar un entorno virtual de aprendizaje combinado basado en simulación?”, las demás preguntas proveen una guía de características funcionales esenciales para el diseño del entorno.

La valoración de los profesores participantes en la evaluación final del modelo de “entorno virtual de aprendizaje combinado basado en simulaciones” (apéndice E) indica que el curso desarrollado exprofeso con base en este modelo proporciona experiencias de aprendizaje acorde a las necesidades y expectativas propias de este, para hacer frente a las demandas de conocimiento del nuevo siglo.

La arquitectura del modelo permite el desarrollo de actividades de aprendizaje conforme a los estándares internacionales para el desarrollo de espacios de aprendizaje, sin embargo la arquitectura por si sola se convierte en un repositorio de información que no garantiza la adquisición del conocimientos, por esa razón el verdadero valor del modelo no se encuentra en las posibilidades de la tecnología para mediar el proceso de educativo, sino en el uso extendido de la simulación dentro del entorno virtual, para desarrollar competencias de orden superior, que permitan al estudiante transformar la información en estructuras mentales sólidas aplicables en múltiples contextos. La versatilidad de aplicaciones que provee la simulación, así como el carácter instruccional del entorno permiten la autorregulación y focaliza la responsabilidad en el estudiante, sin dejar de lado que el conocimiento debe pasar por el filtro y construcción social, por esa razón, el modelo propuesto justifica la definición de aprendizaje combinado, toda vez que incorpora los principios del cognoscitivismo empleados en los modelos mentales y simulaciones, así como de las estrategias conductistas que se plasman desde la retroalimentación y en las proposiciones instructivas del entorno, incorporando además estrategias constructivistas para desarrollar comunidades de práctica e interacción social del conocimiento.

Estas inferencias extraídas por el investigador se basan en los hallazgos de los dos estudios discutidos en las secciones 7.2 y 7.3. Los sujetos del estudio representaban una muestra de profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan; por lo tanto, el modelo de entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulación debe ser ampliamente utilizable en toda la misma institución, así como de cualquier persona interesada en desarrollar cursos y/o educación a distancia.

## 8.2 Contribución al conocimiento

El modelo hace una contribución original al campo de la tecnología educativa dentro del panorama actual y tendencias mundiales, ya que ayuda a mejorar la práctica al hacer un cambio de la centralidad del maestro a la centralidad del estudiante. También representa un cambio de paradigma de los entornos, comúnmente desarrollados para gestionar y mediar la educación, tanto la simulación como el enfoque del modelo combinado, presentan herramientas confiables para el desarrollo de competencias en los estudiantes que les permita ser autoiniciados y autorregulados con la mínima intervención del docente.

Además, ayuda a abordar la demanda de opciones de programación más flexibles que hacen de la instrucción híbrida y la educación a distancia sean uno de los modos de entrega de más rápido crecimiento tanto en educación como en capacitación en todo el mundo. El estudio describe en términos claros cómo facilitar los enfoques combinados y las simulaciones y, por lo tanto, utilizar las mejores características de ambos modos de entrega.

Actualmente, el Colegio de Ciencias y Humanidades y en general la UNAM aspiran a transformarse en una Universidad tecnológicamente impulsada para ampliar el acceso, la participación, el compromiso y la experiencia de los estudiantes en función de sus áreas estratégicas de desarrollo.

El investigador cree firmemente que el modelo propuesto es robusto, coherente y lo suficientemente completo como para ayudar a la UNAM a abordar todas sus áreas de desarrollo y llevar la educación a las personas en todo el país e incluso más allá de sus fronteras. Además, el modelo puede ayudar al desarrollo de contenidos en línea, asequibles al público en general que le permitan de forma individual acceder a contenidos confiables y diseñados para mejorar su productividad y mantener su conocimiento vigente para hacer frente a los vertiginosos cambios y sobrevivir a los desafíos y retos de las competencias regionales y de la economía global actual.

### 8.3 Conclusiones del estudio

La evaluación final del modelo de “entornos virtuales de aprendizaje combinados basados en simulación” indicó que podría combinar la efectividad y las oportunidades de socialización en los espacios virtuales con las posibilidades de aprendizaje basado en simulación mejoradas tecnológicamente para una mayor interactividad dentro del entorno en línea; puede proporcionar a los estudiantes una mayor interactividad (más allá de lo que normalmente es posible en los formatos “presenciales”), compromiso (a través de la discusión, la colaboración, etc.), flexibilidad (en cualquier momento y en cualquier lugar al propio ritmo del estudiante) y andamiaje cognitivo que puede mejorar su experiencia de aprendizaje. En esencia, el modelo propuesto intenta colocar al estudiante en el centro del proceso de diseño y desarrollo, y brindarle muchas oportunidades para participar activamente en el proceso de aprendizaje.

El investigador concluye que el modelo de “entornos virtuales de aprendizaje combinados basados en simulación” puede ser utilizado por los profesores de cualquier institución para crear entornos de aprendizaje que puedan ayudar a los estudiantes a trabajar en colaboración y obtener una experiencia de aprendizaje significativa que se adapte a los ritmos y necesidades personales, saltando la barrera de la presencialidad.

Cabe señalar que el curso muestra (apéndice E) fue desarrollado en la plataforma Moodle y la herramienta GeoGebra, sin embargo, el modelo de “entornos virtuales de aprendizaje combinados basados en simulación” no está vinculado ni depende de ningún LMS en particular. La razón es que, aunque hay numerosos LMS, varían en funcionalidad y aceptabilidad, el uso depende principalmente de las preferencias y habilidades del propio diseñador y no todos los LMS cumplen con todas las características necesarias para la enseñanza y el aprendizaje. Por lo tanto, para hacer que los entornos de aprendizaje sean más atractivos para la generación de entornos en línea de hoy en día, los diseñadores y desarrolladores de cursos deben tratar de integrar herramientas de comunicación de terceros a los LMS. Teniendo en cuenta los constantes avances tecnológicos, el modelo es desarrollado desde una base de integración modular que conforman el prototipo, por lo tanto, está diseñado como un modelo de proceso evolutivo que puede hacer frente al cambio y la evolución de muchas dimensiones del aprendizaje basado en la red y las potencialidades educativas de las nuevas tecnologías.

La importancia estratégica y la adopción real del aprendizaje electrónico en las instituciones de educación dependen en gran medida del contexto, en el caso concreto de la pandemia por COVID 19 las necesidades promovieron el uso de los entornos y la tecnología digital, sin embargo, fuera de ese contexto, la permanencia y evolución podrían verse afectada. La falta de apoyo a la educación puede convertirse en una barrera potencial para la adopción de tecnología a menos que exista una visión institucional y una política de aprendizaje electrónico para la

adopción de tecnologías.

Sin un liderazgo fuerte, particularmente con antecedentes tecnológicos y una conciencia de su potencial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, un movimiento hacia la adopción de tecnología en cualquier institución conducirá a resultados mixtos, intencionados e involuntarios, sin pautas claras y apoyo para avanzar hacia los objetivos previstos.

## 8.4 Recomendaciones del estudio

La tecnología está cambiando el escenario educativo, las tecnologías de la información y la comunicación son herramientas para agilizar, optimizar y extender procesos de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, la tecnología ha transformado la forma en que los estudiantes acceden a la información, hoy en día la escuela no genera las primicias para el conocimiento, los jóvenes estudiantes acceden a contenidos en línea antes que obtener la información de la propia escuela.

La influencia de la nueva tecnología en los modos de aprender genera nuevos desafíos para la educación. En este sentido las plataformas de *e-learning* ofrecen diversidad de herramientas y propician la adopción de distintos tipos de estrategias, tanto para el desarrollo de los contenidos como para las propuestas de actividades que favorecen la construcción del aprendizaje y su evaluación [Escoda y Conde, 2016]. El estudio comparativo de las competencias evidencia que no es posible para el profesor desarrollar las competencias digitales de sus estudiantes si él mismo no tiene un dominio, no sólo suficiente sino avanzado, de dichas competencias. Tampoco será posible para el profesor tener un conocimiento tecnológico-pedagógico del contenido, es decir, enseñar de forma eficiente una materia superando el conocimiento aislado de tecnología, contenido y pedagogía sin dominar dichas competencias.

En ese sentido las posibilidades tecnológicas deben alinearse con un adecuado modelo pedagógico que potencialice el efecto de la educación. La progresión mostrada de los profesores respecto a sus habilidades digitales después de la intervención demuestran que dichas habilidades progresan en función de la exigencia de los modelos de diseño instruccional empleados, esta inferencia es atribuible al estudio preliminar, ya que por cuestiones circunstanciales a la pandemia por COVID 19 los profesores encuestados contaban con experiencia previa de la menos dos semestres anteriores utilizando plataformas digitales para impartir sus sesiones de manera virtual. Esto refuerza la importancia de la adopción de un modelo pedagógico el desarrollo e implementación de cursos en línea.

Además de lo anterior, es importante señalar que el desarrollo de cursos en línea si bien se puede realizar de manera individual puede estar limitada a las capacidades del propio diseñador

por lo se sugiere que el desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje incorpore a profesionistas de diversas áreas como diseñadores web y programadores, pedagogos, diseñadores gráficos, especialistas en contenidos, etc. La producción de materiales didácticos de calidad requiere un esfuerzo altamente organizado y concertado de muchos actores.

En este estudio, el énfasis está en el diseño para el aprendizaje y la colaboración requerida entre diseñadores instruccionales, instructores, desarrolladores de medios, tecnólogos y estudiantes potenciales. Muchos proyectos de aprendizaje electrónico no alcanzan todo su potencial, porque no cumplen adecuadamente con las metas y objetivos básicos de instrucción, por lo tanto, un modelo de entorno de aprendizaje en línea debe incluir un componente de gestión de proyectos para ayudar a las instituciones a recopilar, organizar, administrar, mantener, reutilizar y orientar el contenido de instrucción.

## 8.5 Recomendaciones para estudios posteriores

La necesidad de una transformación de las prácticas de educación media-superior y superior se siente en todo el mundo por diversas razones discutidas en el capítulo 3. La tecnología seguramente será un componente clave de toda la educación media-superior y superior futura, pero necesitamos repensar cómo usamos la tecnología dentro y fuera del aula, particularmente en este momento en que las instituciones de educación media-superior y superior están transformándose para enfrentar sus limitaciones de espacios físicos y financieras, al tiempo que muchos estudiantes buscan opciones más flexibles para acceder a una educación superior.

Sin embargo, las más recientes investigaciones arrojan luz sobre varios desafíos en la integración de la tecnología en las instituciones educativas. Por ejemplo, la comprensión sobre la forma en que aprenden y generan habilidades y competencias cognitivas los estudiantes en un proceso en línea. Por lo tanto, debe haber estudios:

- Sobre una nueva Teoría del Aprendizaje específica para el aprendizaje en línea;
- Sobre la evaluación del impacto de las herramientas cognitivas sobre el desarrollo de competencias específicas;
- Medición del impacto en el uso de simulaciones con los estudiantes;
- Identificar las preocupaciones y percepciones de las sociedades sobre la adopción de tecnología y trazar estrategias adecuadas de gestión del cambio para abordarlas;

Abordar esto podría conducir a un cambio de paradigma en la enseñanza y el aprendizaje y con ello reducir las brechas entre los individuos de una sociedad, desarrollar comunidades de

## 8.5. RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS POSTERIORES

---

práctica que permitan a los jóvenes y en general acceder al conocimiento selectivo y reducir la obsolescencia del conocimiento y el rezago educativo, que es el enfoque general de este estudio.





# Apéndice A

## Instrumento A

### A.1 Encuesta de Competencias Digitales de los Educadores

Este estudio de investigación tiene una finalidad puramente académica y la participación en él es voluntaria. Los datos de este estudio no se utilizarán para ningún otro fin que no sea este estudio. Además, la identidad de los participantes no se revelará en el informe de investigación ni en los informes publicados que se deriven de este estudio.

El siguiente cuestionario sobre habilidades digitales [Redecker et al., 2017] no pretende medir ni posicionar sus conocimientos en esta materia. Sólo pretendemos obtener datos generales sobre tu relación con las herramientas, recursos y gestiones más comunes a nivel digital, Esto es esencial para proporcionarle una formación que le permita alcanzar más o menos el mismo nivel de habilidades requerido para este estudio. Por favor, responda a cada punto lo más sinceramente posible. Gracias por su tiempo.

ID de participante: .....

1. Su edad: .....

Por favor, marque la opción más adecuada en su caso.

2. Sexo:

Femenino	Masculino
----------	-----------

3. ¿Conoce el propósito de este estudio de investigación y su papel en él?

Sí	No
----	----

4. ¿Está dispuesto a participar en el estudio?

APÉNDICE A. INSTRUMENTO A

---

Sí	No
----	----

5. ¿Ha utilizado alguna vez Aulas Virtuales en al menos un curso en el mismo semestre o en un semestre anterior?

Sí	No
----	----

6. ¿Cuál es su percepción o visión sobre los beneficios pedagógicos de los Entornos Virtuales de Aprendizaje?

Positiva	Neutral	Sin valor
----------	---------	-----------

7. Compromiso profesional.

Califique el grado de sus habilidades en el uso de:

a) Comunicación organizativa

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Casi nunca uso tecnologías digitales para la comunicación.	( )
Hago uso de las tecnologías digitales para comunicarme con estudiantes, padres, compañeros o personal de apoyo.	( )
Utilizo diferentes canales y herramientas de comunicación digital dependiendo del propósito y del contexto de la comunicación. Me comunico de forma responsable y ética con las tecnologías digitales respetando la netiqueta y las políticas de uso aceptable (PUA).	( )
Selecciono el canal, formato y estilo más adecuados para un determinado propósito y contexto de comunicación. Adapto mis estrategias de comunicación a los destinatarios específicos.	( )
Evalúo, reflexiono y debato en equipo sobre cómo utilizar eficazmente las tecnologías digitales para la comunicación organizativa e individual. Utilizo las tecnologías digitales para hacer que los procedimientos administrativos sean más transparentes para los estudiantes y/o los padres y para permitirles tomar decisiones informadas sobre futuras prioridades de aprendizaje.	( )
Contribuyo a desarrollar una visión o estrategia coherente sobre el uso eficaz y responsable de las tecnologías digitales para la comunicación.	( )

b) Colaboración profesional

A.1. ENCUESTA DE COMPETENCIAS DIGITALES DE LOS EDUCADORES

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Casi nunca uso las tecnologías digitales para colaborar con otros compañeros.	( )
Utilizo las tecnologías digitales para colaborar con compañeros de mi organización, por ejemplo, en un proyecto conjunto específico o para intercambiar contenidos, conocimientos y opiniones.	( )
Participo en comunidades digitales para buscar nuevos recursos o métodos pedagógicos y para obtener ideas originales. Utilizo las tecnologías digitales para compartir e intercambiar los recursos que utilizo, mi conocimiento y opinión con compañeros dentro y fuera de mi organización.	( )
Participo activamente en comunidades digitales para intercambiar ideas y desarrollar recursos digitales de forma colaborativa.	( )
Utilizo los conocimientos y recursos generados en las redes de colaboración a las que pertenezco para obtener retroalimentación y mejorar mis competencias, así como para ampliar mi repertorio de prácticas digitales.	( )
Intervengo en comunidades digitales para ayudar a otros educadores a desarrollar sus competencias digitales y pedagógicas. Participo en comunidades digitales para colaborar con otros compañeros en prácticas pedagógicas innovadoras.	( )

c) Práctica reflexiva

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Sé que necesito mejorar mis habilidades digitales, pero no estoy seguro de cómo ni por dónde empezar.	( )
Soy consciente de los límites de mi propia competencia digital y de mis necesidades de formación.	( )
Busco mejorar y actualizar mi competencia pedagógica digital a través de la experimentación y el aprendizaje entre compañeros. Experimento de forma creativa y reflexiono sobre los nuevos enfoques pedagógicos que posibilitan las tecnologías digitales.	( )
Busco activamente buenas prácticas, cursos u otros consejos para perfeccionar mis propias pedagogías y competencias digitales. Evalúo, reflexiono y debato con mis compañeros sobre cómo utilizar las tecnologías digitales para innovar y mejorar la práctica educativa.	( )

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Sigo la investigación actual sobre enseñanza innovadora e integro los resultados en mi práctica. Evalúo, reflexiono y debato en equipo la política y las prácticas organizativas acerca del uso de las tecnologías digitales. Ayudo a mis compañeros a desarrollar su competencia digital.	( )
Desarrollo, individualmente o en colaboración con otros compañeros, una visión o estrategia para mejorar la práctica educativa a través del uso de las tecnologías digitales. Reflexiono y evalúo con compañeros y/o investigadores diferentes prácticas, métodos y políticas digitales con miras a desarrollar métodos innovadores.	( )

d) Desarrollo profesional digital continuo (DPC)

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca uso Internet para actualizar mis conocimientos o habilidades.	( )
Utilizo Internet para actualizar mis conocimientos pedagógicos o sobre las materias específicas que imparto.	( )
Utilizo Internet para identificar cursos de formación adecuados y otras oportunidades de desarrollo profesional (por ejemplo, conferencias).	( )
Utilizo Internet para desarrollarme profesionalmente, por ejemplo, participando en cursos en línea, seminarios web o consultando materiales de formación digital y videotutoriales. Utilizo los intercambios formales e informales en comunidades profesionales en línea como medio para mi desarrollo profesional.	( )
Busco información sobre diferentes opciones de formación en línea y selecciono las que mejor se adaptan a mis necesidades, estilo de aprendizaje y limitaciones de tiempo. Participo activamente en actividades de formación en línea y contribuyo a mejorarlas y a dar orientaciones a los demás, proporcionándoles retroalimentación para que tomen decisiones apropiadas.	( )
Utilizo las tecnologías digitales para asesorar a otros compañeros sobre prácticas de enseñanza innovadoras. Por ejemplo, en comunidades profesionales, a través de blogs personales o desarrollando materiales de formación digital para ellos.	( )

8. Contenidos digitales.

Califique el grado de sus habilidades en el uso de:

A.1. ENCUESTA DE COMPETENCIAS DIGITALES DE LOS EDUCADORES

a) Selección de recursos digitales

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca uso Internet para buscar recursos para la enseñanza y el aprendizaje.	( )
Utilizo estrategias simples de búsqueda en Internet para localizar contenidos digitales relevantes para la enseñanza y el aprendizaje. Conozco las plataformas educativas comúnmente utilizadas que proporcionan recursos educativos.	( )
Adapto mis estrategias de búsqueda en función de los resultados que obtengo. Filtro los resultados para encontrar los recursos adecuados utilizando los criterios pertinentes. Evalúo la calidad de los recursos digitales en función de criterios básicos como, por ejemplo, el lugar de publicación, la autoría o las valoraciones de otros usuarios. Selecciono recursos que mis alumnos pueden encontrar atractivos como, por ejemplo, los vídeos.	( )
Adapto mis estrategias de búsqueda para localizar recursos que puedo modificar y adaptar, por ejemplo, búsqueda y filtrado por licencia, extensión del archivo, fecha, valoraciones de los usuarios, etc. Localizo aplicaciones y/o juegos para que mis alumnos los usen.	( )
Además de los motores de búsqueda, utilizo otras fuentes como plataformas colaborativas, repositorios oficiales, etc. Evalúo la fiabilidad y la idoneidad del contenido atendiendo a diversos criterios y verificando su exactitud y neutralidad. Cuando uso recursos en clase los contextualizo para los estudiantes, por ejemplo, señalando su fuente y su potencial sesgo.	( )
Proporciono orientación a los compañeros sobre estrategias de búsqueda eficaces y repositorios y recursos adecuados. Configuro mi propio repositorio de enlaces a recursos, debidamente anotados y clasificados, y lo pongo a disposición de otros compañeros para su uso.	( )

b) Creación y modificación de recursos digitales

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Puedo hacer uso de los recursos digitales, pero no suelo modificarlos ni crear mis propios recursos.	( )
Utilizo software ofimático para diseñar y modificar, por ejemplo, fichas de ejercicios y cuestionarios. Creo presentaciones digitales con fines instructivos.	( )

Continúa en la siguiente página...

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Cuando creo recursos digitales (por ejemplo, presentaciones), integro algunas animaciones, enlaces y elementos interactivos o multimedia. Realizo algunas modificaciones básicas en los recursos digitales de aprendizaje que utilizo para ajustarlos al contexto de aprendizaje, por ejemplo, editando o eliminando partes o adaptando la configuración general. Abordo un objetivo de aprendizaje específico al seleccionar, modificar, combinar y crear recursos digitales de aprendizaje.	( )
Integro diferentes elementos interactivos y juegos en los recursos didácticos que yo mismo creo. Modifico y combino recursos existentes para crear actividades de aprendizaje que se adapten a un contexto y objetivo de aprendizaje concretos y a las características del grupo de aprendizaje. Conozco las diferentes licencias atribuidas a los recursos digitales y conozco los permisos que se me conceden en lo que respecta a la modificación de los recursos.	( )
Creo y modifico actividades digitales de aprendizaje complejas e interactivas, por ejemplo, fichas interactivas de ejercicios, evaluaciones en línea, actividades de aprendizaje colaborativo en línea (como wikis, blogs), juegos, aplicaciones o representaciones gráficas. Creo recursos de aprendizaje en colaboración con otros compañeros.	( )
Creo mis propias aplicaciones o juegos para promover mis objetivos educativos.	( )

c) Protección, gestión e intercambio de contenidos digitales

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Almaceno y organizo contenidos digitales para mi propio uso futuro.	( )
Comparto contenidos educativos a través de archivos adjuntos en correos electrónicos o a través de enlaces. Soy consciente de que algunos recursos difundidos en Internet están protegidos por derechos de autor.	( )
Comparto contenidos educativos en entornos virtuales de aprendizaje o los subo, los vinculo o los embebo, por ejemplo, en una página web o blog del curso. Protejo eficazmente los datos confidenciales como los exámenes o los informes de los estudiantes. Conozco la normativa sobre propiedad intelectual que se aplica a los recursos digitales que utilizo con fines escolares (imágenes, texto, audio y vídeo).	( )

Continúa en la siguiente página...

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Comparto recursos integrándolos en entornos digitales. Protejo eficazmente los datos personales y confidenciales y restrinjo el acceso a las fuentes según corresponda. Cito de forma correcta los recursos sujetos a derechos de autor.	( )
Compilo repositorios completos de contenidos digitales y los pongo a disposición de los estudiantes u otros educadores. Aplico licencias a los recursos que publico en línea.	( )
Incluyo anotaciones en los recursos que comparto digitalmente y permito que otros los comenten, califiquen, modifiquen, reorganicen o les agreguen contenido.	( )

9. Enseñanza y aprendizaje.

Califique el grado de sus habilidades en el uso de:

a) Enseñanza

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca hago uso de dispositivos o contenidos digitales en la docencia.	( )
Utilizo las tecnologías disponibles en el aula como pizarras digitales, proyectores o el PC. Selecciono las tecnologías digitales de acuerdo con el objetivo y el contexto de aprendizaje.	( )
Organizo y administro la integración de dispositivos digitales (por ejemplo, las tecnologías del aula o los dispositivos de los estudiantes) en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Gestiono la integración de contenidos digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo, vídeos o actividades interactivas.	( )
Analizo los entornos sociales y los modos de interacción adecuados a la hora de integrar las tecnologías digitales. Utilizo las tecnologías digitales en la enseñanza para ampliar la diversidad metodológica. Preparo sesiones de aprendizaje u otras interacciones en entornos digitales.	( )

Continúa en la siguiente página. . .



Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Estructuro las sesiones de aprendizaje de modo que las diferentes actividades digitales (dirigidas por docentes y estudiantes) refuercen conjuntamente el objetivo de aprendizaje. Estructuro y administro los contenidos, las aportaciones y las interacciones en entornos digitales. Evalúo de manera continua la eficacia de las estrategias de enseñanza mejoradas digitalmente y modifíco mis estrategias en consecuencia.	( )
Proporciono cursos completos o módulos de aprendizaje en entornos digitales de aprendizaje. Experimento con nuevos formatos y métodos pedagógicos para la enseñanza y los desarrollo.	( )

b) Orientación y apoyo en el aprendizaje

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca me comunico con los estudiantes a través de medios digitales como el correo electrónico.	( )
Utilizo tecnologías digitales —como el correo electrónico o el chat— para responder a las preguntas o dudas de los estudiantes, por ejemplo, en las tareas asignadas para casa.	( )
Utilizo un canal de comunicación digital común con mis alumnos para responder a sus preguntas y dudas. Con frecuencia estoy en contacto con los estudiantes y atiéndolos sus problemas y preguntas.	( )
Interactúo con los estudiantes en los entornos digitales de colaboración que utilizo, monitorizando su comportamiento y proporcionando orientación y apoyo individual cuando es necesario. Experimento con nuevas vías y formatos para ofrecer orientación y apoyo utilizando tecnologías digitales.	( )
Cuando configuro actividades de aprendizaje en entornos digitales, preveo las necesidades de apoyo de los estudiantes y las atiéndolos, por ejemplo, con una sección de ayuda o de preguntas frecuentes o con tutoriales en vídeo. Cuando implemento actividades de aprendizaje digital en clase, me aseguro de poder monitorizar (digitalmente) el comportamiento de los estudiantes para ofrecerles ayuda cuando sea necesario.	( )
Desarrollo nuevas fórmulas y formatos para ofrecer orientación y apoyo utilizando las tecnologías digitales.	( )

## c) Aprendizaje colaborativo

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca analizo cómo los estudiantes podrían utilizar las tecnologías digitales en actividades o tareas colaborativas.	( )
En la realización de actividades o proyectos colaborativos, animo a los estudiantes a utilizar tecnologías digitales para apoyar su trabajo, por ejemplo, en la búsqueda en Internet o para presentar sus resultados.	( )
Diseño e implemento actividades colaborativas en las que los estudiantes utilizan las tecnologías digitales para la generación de conocimientos de forma conjunta, por ejemplo, para la obtención e intercambio de información. Requiero a los estudiantes que documenten sus actividades de colaboración utilizando tecnologías digitales, por ejemplo, presentaciones digitales, vídeos o entradas de blog.	( )
Configuro actividades colaborativas en espacios digitales como blogs, wikis, Moodle u otros entornos virtuales de aprendizaje. Monitorizo y guío la interacción colaborativa de los estudiantes en los entornos digitales. Utilizo las tecnologías digitales para que los estudiantes puedan compartir sus conocimientos con los demás y recibir retroalimentación de sus compañeros, también en las tareas individuales.	( )
Diseño y administro diversas actividades de aprendizaje colaborativo, en las que los estudiantes utilizan diferentes tecnologías para llevar a cabo investigaciones de forma colaborativa, documentar las conclusiones y reflexionar sobre su aprendizaje, tanto en entornos de aprendizaje físicos como virtuales. Utilizo las tecnologías digitales para la evaluación entre compañeros y como apoyo al aprendizaje entre iguales y a la autorregulación en un marco de colaboración.	( )
Utilizo las tecnologías digitales para inventar nuevos formatos para el aprendizaje colaborativo.	( )

## d) Aprendizaje autorregulado

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca analizo cómo los estudiantes podrían usar las tecnologías digitales en actividades o tareas autorreguladas.	( )

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Animo a los estudiantes a utilizar las tecnologías digitales para apoyar sus actividades y tareas de aprendizaje individuales, por ejemplo, para la recuperación de información o la presentación de resultados.	( )
Animo a los estudiantes a utilizar las tecnologías digitales para reunir pruebas y documentar su progreso, por ejemplo, para producir grabaciones de audio o vídeo, fotos o textos. Utilizo las tecnologías digitales (como portafolios electrónicos o blogs) para que los estudiantes puedan registrar y mostrar su trabajo. Utilizo las tecnologías digitales para la autoevaluación del alumnado.	( )
Utilizo las tecnologías o los entornos digitales (como portafolios electrónicos, blogs, diarios o herramientas de planificación) para que los estudiantes puedan gestionar y documentar todas las etapas de su aprendizaje, por ejemplo, para la planificación, la recuperación de información, la documentación, la reflexión y la autoevaluación. Con el apoyo de las tecnologías digitales, ayudo a los estudiantes a desarrollar, aplicar y revisar criterios adecuados para la autoevaluación.	( )
Reflexiono sobre la idoneidad de mis estrategias digitales para fomentar el aprendizaje autorregulado y las mejoro continuamente.	( )
Desarrollo nuevos formatos digitales y/o enfoques pedagógicos para fomentar el aprendizaje autodirigido.	( )

10. Evaluación y retroalimentación.

Califique el grado de sus habilidades en el uso de:

a) Estrategias de evaluación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca uso formatos de evaluación digital.	( )
Utilizo las tecnologías digitales para crear pruebas de evaluación que luego se administran en formato papel. Programo el uso de las tecnologías digitales por parte de los estudiantes en las tareas de evaluación, por ejemplo, en el apoyo a las actividades asignadas.	( )

Continúa en la siguiente página. . .

## Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Utilizo algunas de las tecnologías digitales existentes para la evaluación formativa o sumativa, por ejemplo, cuestionarios digitales, portafolios electrónicos o juegos. Adapto herramientas de evaluación digital para que sirvan de apoyo a mi objetivo de evaluación específico, por ejemplo, creando un examen con un sistema digital.	( )
Utilizo una gama variada de programas informáticos, herramientas y enfoques de evaluación electrónica para la evaluación formativa, tanto en el aula como para que los alumnos los usen fuera del aula. Selecciono, de entre diferentes formatos de evaluación, aquel que capta de forma más adecuada la naturaleza del resultado de aprendizaje que se va a evaluar. Diseño evaluaciones digitales válidas y fiables.	( )
Utilizo diferentes formatos de evaluación, digitales y no digitales, alineados con los estándares de contenido y tecnología, y soy consciente de sus beneficios e inconvenientes. Reflexiono de forma crítica sobre mi uso de las tecnologías digitales para la evaluación y adapto mis estrategias en consecuencia.	( )
Desarrollo nuevos formatos digitales para la evaluación, que reflejan enfoques pedagógicos innovadores y permiten la evaluación de habilidades transversales.	( )

## b) Analíticas de aprendizaje

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca recurro a datos registrados digitalmente para entender en qué punto se encuentran mis estudiantes.	( )
Evalúo los datos administrativos (por ejemplo, de asistencia) y los datos sobre el rendimiento de los estudiantes (como las calificaciones) para proporcionar retroalimentación individual y realizar intervenciones específicas. Soy consciente de que las herramientas de evaluación digital (por ejemplo, cuestionarios y sistemas de votación) se pueden utilizar dentro del proceso de enseñanza para proporcionarme una retroalimentación oportuna sobre el progreso de los estudiantes.	( )

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Examino los datos resultantes de las evaluaciones digitales para configurar el aprendizaje y la enseñanza. Soy consciente de que los datos sobre la actividad de mis estudiantes, tal como se registran en los entornos digitales que utilizo con ellos, pueden ayudarme a monitorizar su progreso y proporcionarles la retroalimentación y asistencia oportunas.	( )
Utilizo tecnologías digitales (como cuestionarios, sistemas de votación o juegos) dentro del proceso de enseñanza para que me proporcionen una retroalimentación oportuna sobre el progreso de los estudiantes. Utilizo las herramientas de análisis de datos proporcionadas por los entornos digitales que uso para monitorizar y visualizar la actividad. Interpreto los datos y las pruebas disponibles con el fin de entender mejor las necesidades individuales de apoyo de los estudiantes.	( )
Monitorizo de forma continua la actividad digital y reflexiono con regularidad sobre los datos registrados digitalmente para identificar patrones de uso que indiquen cambios significativos en el desempeño y la implicación de los estudiantes, de forma que pueda anticipar problemas individuales y reaccionar a tiempo. Evalúo y sintetizo los datos generados por las diversas tecnologías digitales que utilizo para reflexionar sobre la eficacia e idoneidad de las diferentes estrategias de enseñanza y actividades de aprendizaje, tanto de forma generalizada como específica para ciertos grupos de estudiantes.	( )
Aplico métodos avanzados de generación y visualización de datos en las actividades digitales que empleo, por ejemplo, basados en las analíticas de aprendizaje. Evalúo y discuto de forma crítica el valor y la validez de las diferentes fuentes de datos, así como la idoneidad de los métodos establecidos para su análisis.	( )

c) Retroalimentación, programación y toma de decisiones

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
No conozco la forma en que las tecnologías digitales pueden ayudarme a proporcionar retroalimentación a los estudiantes o a adaptar mis estrategias de enseñanza.	( )
Utilizo las tecnologías digitales para obtener una visión general sobre el progreso de los alumnos, que utilizo como base para ofrecer sugerencias y consejos.	( )

Continúa en la siguiente página...

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Utilizo la tecnología digital para calificar y hacer comentarios sobre las tareas enviadas electrónicamente. Ayudo a los estudiantes y/o padres a acceder a la información sobre el rendimiento de los estudiantes utilizando las tecnologías digitales.	( )
Adapto mis prácticas de enseñanza y evaluación sobre la base de los datos generados por las tecnologías digitales que utilizo. Proporciono retroalimentación personal y ofrezco apoyo diferenciado a los estudiantes sobre la base de los datos generados por las tecnologías digitales utilizadas. Utilizo las tecnologías digitales para que los estudiantes y los padres puedan recibir información actualizada sobre los progresos realizados y tomar decisiones fundadas sobre las próximas prioridades de aprendizaje, las asignaturas optativas o los estudios futuros.	( )
Ayudo a los estudiantes a identificar áreas de mejora y a desarrollar conjuntamente planes de aprendizaje para abordar estas áreas sobre la base de las pruebas disponibles. Utilizo los datos generados por las tecnologías digitales para reflexionar sobre qué estrategias de enseñanza funcionan bien para cada tipo de estudiante y adapto mis estrategias de enseñanza en consecuencia.	( )
Reflexiono, debato, rediseño e innovo las estrategias de enseñanza en función de las pruebas digitales que encuentro en lo relativo a las preferencias y necesidades de los alumnos, así como a la eficacia de las diferentes intervenciones docentes y formatos de aprendizaje.	( )

11. Empoderamiento de los estudiantes.

Califique el grado de sus habilidades en el uso de:

a) Accesibilidad e inclusión

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Me preocupa que el uso de las tecnologías digitales en la enseñanza haga aún más difícil a los estudiantes ya desfavorecidos participar y seguir el ritmo de los demás.	( )
Entiendo la importancia de asegurar a todos los estudiantes la igualdad de acceso a las tecnologías digitales utilizadas. Soy consciente de que las tecnologías digitales pueden obstaculizar o mejorar la accesibilidad.	( )

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Entiendo cómo el acceso a la tecnología digital crea barreras y cómo las condiciones sociales y económicas de los estudiantes influyen en la forma en que se utiliza la tecnología. Me aseguro de que todos los estudiantes tengan acceso a las tecnologías digitales que utilizo. Soy consciente de que las tecnologías digitales compensatorias se pueden utilizar con aquellos estudiantes que necesitan un apoyo especial (por ejemplo, estudiantes con limitaciones físicas o mentales o estudiantes con trastornos del aprendizaje).	( )
Selecciono estrategias pedagógicas digitales que se adaptan a los contextos digitales de los estudiantes, por ejemplo, tiempo de uso limitado, tipo de dispositivo disponible. Tengo en cuenta y resuelvo los posibles problemas de accesibilidad al seleccionar, modificar o crear recursos digitales y proporciono herramientas o enfoques alternativos o compensatorios para los estudiantes con necesidades especiales. Empleo tecnologías y estrategias digitales —por ejemplo, tecnologías asistenciales— para remediar los problemas individuales de accesibilidad de los estudiantes, como pueden ser las discapacidades visuales o auditivas.	( )
Selecciono estrategias pedagógicas digitales que se adaptan a los contextos digitales de los estudiantes, por ejemplo, tiempo de uso limitado, tipo de dispositivo disponible. Tengo en cuenta y resuelvo los posibles problemas de accesibilidad al seleccionar, modificar o crear recursos digitales y proporciono herramientas o enfoques alternativos o compensatorios para los estudiantes con necesidades especiales. Empleo tecnologías y estrategias digitales —por ejemplo, tecnologías asistenciales— para remediar los problemas individuales de accesibilidad de los estudiantes, como pueden ser las discapacidades visuales o auditivas.	( )
Reflexiono, discuto, rediseño e innovo en las estrategias para la igualdad de acceso e inclusión en la educación digital.	( )

b) Personalización

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
No sé cómo las tecnologías digitales pueden ayudarme a ofrecer oportunidades de aprendizaje personalizadas.	( )

Continúa en la siguiente página...

## Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Soy consciente de que las tecnologías digitales pueden apoyar la personalización, por ejemplo, proporcionando actividades a diferentes niveles y ritmos.	( )
Selecciono y uso algunas actividades de aprendizaje —como cuestionarios o juegos— que permiten a los estudiantes avanzar con ritmos diferentes, seleccionar distintos niveles de dificultad y/o repetir actividades no resueltas anteriormente de forma adecuada.	( )
Al diseñar actividades de aprendizaje y evaluación, utilizo diferentes tecnologías digitales que adapto y gradúo para atender las diversas necesidades, niveles, ritmos y preferencias. Al secuenciar e implementar actividades de aprendizaje, tengo en cuenta diferentes itinerarios, niveles y ritmos de aprendizaje y adapto de manera flexible mis estrategias a circunstancias o necesidades cambiantes.	( )
Diseño, en colaboración con alumnos y/o padres, planes de aprendizaje personalizados que permiten a todos los estudiantes satisfacer sus necesidades y preferencias de aprendizaje individuales con la ayuda de los recursos digitales adecuados. Reflexiono sobre la eficacia con la que las estrategias de enseñanza empleadas facilitan la personalización y adapto mis estrategias de enseñanza y actividades digitales en consecuencia.	( )
Reflexiono, discuto, rediseño e innovo en las estrategias pedagógicas para personalizar la educación a través del uso de las tecnologías digitales.	( )

## c) Compromiso activo de los estudiantes con su propio aprendizaje

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca utilizo las tecnologías digitales para motivar a los estudiantes o hacer que se impliquen.	( )
Utilizo las tecnologías digitales para visualizar y explicar nuevos conceptos de una manera motivadora y atractiva, por ejemplo, empleando animaciones o vídeos. Empleo actividades digitales de aprendizaje que son motivadoras y atractivas como juegos o cuestionarios.	( )
Pongo el uso activo de las tecnologías digitales por parte de los estudiantes en el centro del proceso educativo. Elijo la herramienta más adecuada para fomentar la participación activa del alumnado en un contexto de aprendizaje determinado o para un objetivo de aprendizaje específico.	( )

Continúa en la siguiente página...



Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Utilizo una serie de tecnologías digitales para crear un entorno digital de aprendizaje relevante, rico y eficaz, por ejemplo, dirigiéndolo a diferentes canales sensoriales, estilos y estrategias de aprendizaje, diversificando metodológicamente los tipos de actividades y las composiciones de los grupos. Reflexiono sobre la eficacia de las estrategias de enseñanza empleadas para estimular la implicación de los estudiantes y el carácter activo de su aprendizaje.	( )
Selecciono, diseño, empleo y coordino el uso de las tecnologías digitales en el proceso de aprendizaje de acuerdo con su potencial para fomentar el compromiso activo, creativo y crítico de los estudiantes con la materia de estudio. Reflexiono sobre la idoneidad de las diferentes tecnologías digitales que utilizo para estimular el aprendizaje activo de los estudiantes y adaptar mis estrategias y decisiones en consecuencia.	( )
Reflexiono, discuto, rediseño e innovo las estrategias pedagógicas para involucrar activamente a los estudiantes.	( )

12. Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes.

Califique el grado de sus habilidades en el uso de:

a) Información y alfabetización mediática

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca me planteo cómo podría potenciar las competencias básicas en materia de información y alfabetización mediática de los estudiantes.	( )
ERecomiendo a los estudiantes que utilicen las tecnologías digitales para la búsqueda de información, por ejemplo, en las tareas.	( )
Llevo a cabo actividades de aprendizaje en las que los alumnos utilizan las tecnologías digitales para la búsqueda de información. Enseño a los estudiantes cómo encontrar información, cómo evaluar su fiabilidad y cómo comparar e integrar información de diferentes fuentes.	( )
Utilizo diversas estrategias pedagógicas para que los estudiantes puedan comparar de forma crítica e integrar de forma significativa información procedente de diferentes fuentes. Enseño a los estudiantes a citar las fuentes de forma apropiada.	( )

Continúa en la siguiente página...

## Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Reflexiono de forma crítica sobre la idoneidad de mis estrategias pedagógicas para fomentar la alfabetización en materia de información y medios de comunicación de los estudiantes y las adapto en consecuencia.	( )
Reflexiono, debato, rediseño e innovo en las estrategias pedagógicas para fomentar la alfabetización de los estudiantes en materia de información y medios de comunicación.	( )

## b) Comunicación y colaboración digital

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca me planteo cómo podría fomentar la comunicación y la colaboración digital de los estudiantes.	( )
Recomiendo a los estudiantes que utilicen las tecnologías digitales para interactuar entre ellos, con sus educadores, con el personal de gestión y con terceros.	( )
Llevo a cabo actividades de aprendizaje en las que los estudiantes utilizan las tecnologías digitales para comunicarse. Oriento a los estudiantes en el respeto de las normas de comportamiento, la adecuada selección de estrategias y canales de comunicación y en la toma de conciencia sobre la diversidad cultural y social en los entornos digitales.	( )
Utilizo diversas estrategias pedagógicas en las que los estudiantes utilizan las tecnologías digitales para la comunicación y la colaboración. Apoyo y animo a los estudiantes a usar las tecnologías digitales para intervenir en los debates públicos y a utilizar las tecnologías digitales de forma activa y consciente para la participación cívica.	( )
Incorporo tareas y actividades de aprendizaje que requieren que los estudiantes utilicen de manera efectiva y responsable las tecnologías digitales para la comunicación, la colaboración, la creación conjunta de conocimientos y la participación cívica. Reflexiono de forma crítica sobre la idoneidad de mis estrategias pedagógicas para fomentar la comunicación y la colaboración digital de los estudiantes y las adapto en consecuencia.	( )
Reflexiono, debato, rediseño e innovo en las estrategias pedagógicas para fomentar la comunicación y la colaboración digital de los estudiantes.	( )

## c) Creación de contenido digital

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca me planteo cómo fomentar la creación de contenidos digitales por parte de los estudiantes.	( )
Recomiendo a los estudiantes que se expresen utilizando las tecnologías digitales, por ejemplo, mediante la creación de textos, imágenes o vídeos.	( )
Desarrollo actividades de aprendizaje en las que los alumnos utilizan las tecnologías digitales para crear contenidos digitales, por ejemplo, textos, fotos, otras imágenes, vídeos, etc. Animo a los estudiantes a publicar y a compartir sus producciones digitales.	( )
Utilizo diversas estrategias pedagógicas para que los estudiantes puedan expresarse digitalmente, por ejemplo, haciendo aportaciones en wikis o blogs o mediante el uso de portafolios electrónicos para sus creaciones digitales. Capacito a los alumnos para comprender el concepto de derechos de autor y sus licencias y cómo reutilizar los contenidos digitales de forma adecuada.	( )
Detecto y evito el plagio, por ejemplo, mediante el uso de tecnologías digitales. Reflexiono de forma crítica sobre la idoneidad de mis estrategias pedagógicas para fomentar la expresión digital creativa de los estudiantes y las adapto en consecuencia.	( )
Oriento a los estudiantes en el diseño, la publicación y la adjudicación de licencias de productos digitales complejos, por ejemplo, la creación de sitios web, blogs, juegos o aplicaciones. Reflexiono, debato, rediseño e innovo estrategias pedagógicas para fomentar la expresión y la creación digital por parte de los estudiantes.	( )

d) Uso responsable

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Soy consciente de que las tecnologías digitales pueden afectar positiva y negativamente al bienestar de los estudiantes.	( )
Promuevo la sensibilización de los estudiantes sobre cómo las tecnologías digitales pueden afectar positiva y negativamente a la salud y al bienestar, por ejemplo, animándolos a identificar comportamientos (propios o ajenos) que los hagan sentirse felices o tristes. Hago que los estudiantes sean conscientes de los beneficios y desventajas de la apertura de Internet.	( )

Continúa en la siguiente página...

## Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Doy consejos prácticos y basados en la experiencia sobre cómo proteger la privacidad y los datos, por ejemplo, usando contraseñas o configurando las opciones de las redes sociales. Ayudo a los estudiantes a proteger su identidad digital y a gestionar su huella digital. Aconsejo a los estudiantes sobre medidas efectivas para limitar o contrarrestar las consecuencias de un comportamiento inapropiado (suyo o de sus compañeros).	( )
Desarrollo estrategias para prevenir, identificar y actuar ante comportamientos digitales que afectan negativamente a la salud y al bienestar de los estudiantes (por ejemplo, el ciberacoso). Animo a los estudiantes a adoptar una actitud positiva hacia las tecnologías digitales, siendo conscientes de los posibles riesgos y límites, pero teniendo también la confianza de que pueden manejarlas para obtener beneficios.	( )
Hago posible que los estudiantes comprendan los riesgos y amenazas en los entornos digitales (por ejemplo, robo y suplantación de identidad, fraude, acoso, ataques tipo phishing para apropiarse de datos personales y bancarios) y sepan cómo reaccionar adecuadamente. Reflexiono de forma crítica sobre la idoneidad de mis estrategias pedagógicas para fomentar el bienestar digital de los estudiantes y adaptar mis estrategias en consecuencia.	( )
Reflexiono, debato, rediseño e innovo en estrategias pedagógicas para fomentar la capacidad de los estudiantes de utilizar las tecnologías digitales para su propio bienestar.	( )

## e) Resolución de problemas digitales

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
Nunca o casi nunca me planteo cómo promover que los estudiantes resuelvan problemas digitales.	( )
Animo a los estudiantes a resolver problemas técnicos por el procedimiento de ensayo y error. Animo a los estudiantes a transferir su competencia digital a nuevas situaciones.	( )
Llevo a cabo actividades de aprendizaje en las que los estudiantes utilizan las tecnologías digitales de forma creativa, ampliando su repertorio técnico. Animo a los estudiantes a ayudarse mutuamente en el desarrollo de su competencia digital.	( )

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	Selecciona
<p>Utilizo diferentes estrategias pedagógicas para que los estudiantes puedan aplicar su competencia digital a nuevas situaciones o en nuevos contextos. Hago que los estudiantes reflexionen sobre los límites de su competencia digital y les ayudo a identificar estrategias adecuadas para seguir desarrollándola.</p>	<p>( )</p>
<p>Capacito a los estudiantes para que busquen diferentes soluciones tecnológicas a un problema, investiguen sus ventajas e inconvenientes y propongan de forma crítica y creativa una nueva solución o producto. Reflexiono de forma crítica sobre la idoneidad de mis estrategias pedagógicas para fomentar la competencia digital de los estudiantes y ampliar su repertorio de estrategias digitales, y adapto mis métodos en consecuencia.</p>	<p>( )</p>
<p>Hago que los estudiantes apliquen su competencia digital de manera no convencional a situaciones nuevas y que propongan de forma creativa nuevas soluciones o productos. Reflexiono, debato, rediseño e innovo en las estrategias pedagógicas para promover la capacidad de los estudiantes para resolver problemas digitales.</p>	<p>( )</p>

Gracias por su tiempo.

Publicado por primera vez en inglés como *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu* por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea [Redecker et al., 2017].

# Apéndice B

## Instrumento B

### B.1 Instrumento para la evaluación de la calidad del diseño instruccional del EVAC

Este estudio de investigación tiene una finalidad puramente académica y la participación en él es voluntaria. Los datos de este estudio no se utilizarán para ningún otro fin que no sea este estudio. Además, la identidad de los participantes no se revelará en el informe de investigación ni en los informes publicados que se deriven de este estudio.

El siguiente instrumento pretende comprender la eficacia del modelo de Entornos Virtuales de Aprendizaje Combinado basado en Simuladores diseñado y desarrollado en la investigación por Cesar E. Pedroza González. No pretende en lo absoluto medir, ni posicionar sus conocimientos en esta materia. Sólo pretendemos obtener datos generales sobre la pertinencia del modelo. Esto es esencial para proporcionarle una formación que le permita alcanzar más o menos el mismo nivel de habilidades requerido para este estudio. Por favor, responda a cada punto lo más sinceramente posible. Gracias por su tiempo.

Totalmente de Acuerdo (TA)	De Acuerdo (DA)	Indiferente o Neutro (IN)	En Desacuerdo (ED)	Totalmente en Desacuerdo (TD)
-------------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	----------------------------------

El modelo de Entornos Virtuales de Aprendizaje Combinado basado en Simulación propuesto le permite:

Afirmaciones sobre el desempeño	TA	DA	IN	ED	TD
Introducción y descripción general del espacio académico					

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	TA	DA	IN	ED	TD
Las instrucciones dejan claro cómo comenzar y dónde encontrar varios componentes del espacio académico.	0	0	0	0	0
Se indica la relevancia del espacio académico para el desarrollo del perfil profesional.	0	0	0	0	0
Se establecen claramente las políticas del espacio académico y/o institucionales con las que se espera que el estudiante cumpla, o se proporciona un enlace al reglamento estudiantes.	0	0	0	0	0
Los requisitos mínimos de tecnología están claramente establecidos y se proporcionan instrucciones de uso.	0	0	0	0	0
La auto introducción por parte del instructor es adecuada y está disponible en línea.	0	0	0	0	0
Se les pide a los estudiantes que se presenten en el espacio académico.	0	0	0	0	0
Se presentan las horas de trabajo que el estudiante deberá dedicar cada semana para el trabajo del espacio académico.	0	0	0	0	0
Se cuenta con un calendario con las fechas de cada una de las actividades, tareas y evaluaciones del espacio académico se anotan claramente y tienen un orden lógico y secuencial.	0	0	0	0	0
<b>Objetivos de aprendizaje</b>					
Los objetivos de aprendizaje del espacio académico, o las competencias del espacio académico, describen los resultados que se pueden medir.	0	0	0	0	0
Los objetivos o competencias de aprendizaje del módulo/unidad describen los resultados que son mensurables y consistentes con los objetivos o competencias del nivel del espacio académico.	0	0	0	0	0
Todos los objetivos o competencias de aprendizaje se expresan claramente y se escriben desde la perspectiva del estudiante.	0	0	0	0	0
La relación entre los objetivos o competencias de aprendizaje y las actividades del espacio académico se establece claramente.	0	0	0	0	0

Continúa en la siguiente página...

B.1. INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL DISEÑO  
INSTRUCCIONAL DEL EVAC

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	TA	DA	IN	ED	TD
Los logros del aprendizaje que se espera para cada espacio académico son resumidos claramente, en una declaración académica.	0	0	0	0	0
Se formulan objetivos particulares para las diferentes secciones, módulos o temas que comprende el espacio académico.	0	0	0	0	0
Los objetivos específicos guardan relación con los diferentes contenidos.	0	0	0	0	0
<b>Evaluación y medición</b>					
Las evaluaciones miden los objetivos o competencias de aprendizaje establecidos.	0	0	0	0	0
El sistema permite establecer el tiempo de evaluación de los exámenes.	0	0	0	0	0
Se exponen los criterios que serán usados para valorar la participación en actividades, tareas y en grupos de discusión.	0	0	0	0	0
Se les expone a los estudiantes los requisitos necesarios para la aprobación del espacio académico.	0	0	0	0	0
En la evaluación, se utilizan tareas individuales, colaborativas y comunicativas.	0	0	0	0	0
Las tareas están claramente formuladas.	0	0	0	0	0
Las tareas son explicadas adecuadamente para los estudiantes.	0	0	0	0	0
Los instrumentos de evaluación seleccionados son secuenciados y variados para el trabajo del estudiante evaluado.	0	0	0	0	0
Se evalúa el trabajo individual y el trabajo colaborativo.	0	0	0	0	0
En las actividades de evaluación, se utilizan preguntas cerradas, abiertas, socráticas y de aplicación.	0	0	0	0	0
Existe una evaluación inicial para conocer los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema del espacio académico.	0	0	0	0	0

Continúa en la siguiente página...



Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	TA	DA	IN	ED	TD
Se presentan estrategias de evaluación que responden, en concreto, a una integración e interpretación del conocimiento, a una transferencia de dicho conocimiento a otros contextos o a una propuesta que demuestre la creatividad o criticidad de los participantes.	0	0	0	0	0
Los contenidos contienen ejercicios de autoevaluación.	0	0	0	0	0
La corrección de las actividades de evaluación incluye una retroalimentación de parte del tutor.	0	0	0	0	0
La evaluación de los aprendizajes del espacio académico se presenta como una selección de productos de las actividades y logros de aprendizaje que alcanzan los estudiantes a partir de la interacción con: el contenido de estudio, los compañeros y el tutor.	0	0	0	0	0
El progreso de los estudiantes y sus logros son monitorizados y evaluados.	0	0	0	0	0
La política de calificación del espacio académico se establece claramente.	0	0	0	0	0
Los criterios de evaluación son específicos.	0	0	0	0	0
Los criterios de evaluación son descriptivos.	0	0	0	0	0
Los criterios de evaluación están en concordancia con la política de calificación.	0	0	0	0	0
<b>Materiales</b>					
Todos los materiales de instrucción utilizados en el espacio académico son citados según sistema de normas APA.	0	0	0	0	0
Los materiales de instrucción son actuales.	0	0	0	0	0
Los espacios académicos ofrecen varias alternativas de materiales de instrucción.	0	0	0	0	0
La distinción entre los materiales requeridos y opcionales está claramente explicada.	0	0	0	0	0
<b>Aprendizaje basado en Simulación</b>					
El uso de simuladores promueve una mejor comprensión de los conceptos.	0	0	0	0	0

Continúa en la siguiente página...

B.1. INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL DISEÑO  
INSTRUCCIONAL DEL EVAC

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	TA	DA	IN	ED	TD
Las simuladores provee un espacio de reflexión y análisis.	0	0	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite una espacio óptimo para la comprobación de hipótesis.	0	0	0	0	0
Las simulaciones como herramienta cognitiva permiten la flexibilidad cognitiva .	0	0	0	0	0
Las simulaciones permiten una adecuada representación de un problema.	0	0	0	0	0
Los modelos subyacentes de las simulaciones permiten vincular los fenómenos reales con los modelos matemáticos.	0	0	0	0	0
Los modelos subyacentes de las simulaciones permiten una retroalimentación directa para el estudiante.	0	0	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite una espacio óptimo para la exploración.	0	0	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite múltiples representaciones de la realidad.	0	0	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite el desarrollo de comunidades de práctica.	0	0	0	0	0
La simulación permite la contextualización óptima de problemas.	0	0	0	0	0
Las simulaciones como herramienta cognitiva permiten una adecuada representación o esquematización de los problemas.	0	0	0	0	0
Los modelos subyacentes en la simulación permiten crear objetos flexibles y dinámicos para la evaluación.	0	0	0	0	0
El carácter de temporalidad de la simulación permite predecir resultados de eventos futuros.	0	0	0	0	0
El carácter de temporalidad de la simulación permite detener un fenómeno para la observación y estudio.	0	0	0	0	0
El carácter dinámico la simulación permite vincular la causa con el efecto.	0	0	0	0	0
<b>Actividades del espacio académico e interacción del estudiante</b>					
Hay presencia de actividades de aprendizaje colaborativas (trabajo en grupo).	0	0	0	0	0

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	TA	DA	IN	ED	TD
Hay presencia de actividades individuales o tareas.	0	0	0	0	0
El plan del instructor para el tiempo de respuesta en el aula y los comentarios sobre las tareas está claramente establecido.	0	0	0	0	0
La proporción entre estudiantes y tutores permite el manejo comunicativo y la interacción.	0	0	0	0	0
Las consignas conservan el buen trato y la cordialidad en la expresión escrita.	0	0	0	0	0
Se proponen diversas actividades, adaptadas a las diferentes estrategias de aprendizaje (simulaciones, estudios de caso...).	0	0	0	0	0
Las preguntas generadoras para el foro promueven la interacción con el contenido y con los demás participantes.	0	0	0	0	0
Se ofrecen varias opciones de horarios para los encuentros sincrónicos.	0	0	0	0	0
Las preguntas generadoras del encuentro sincrónico son claras y coherentes.	0	0	0	0	0
Se cuenta con un protocolo para los encuentros de cada encuentro sincrónico.	0	0	0	0	0
Se presenta un resumen de cada encuentro sincrónico realizado.	0	0	0	0	0
Se plantean actividades que fomentan la comunicación, trabajo colaborativo e intercambio entre los implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	0	0	0	0	0
Las actividades de aprendizaje son congruentes con la metodología propuesta en el diseño del espacio académico.	0	0	0	0	0
Las actividades de aprendizaje brindan oportunidades de interacción que respaldan el aprendizaje activo.	0	0	0	0	0
Hay presencia de actividades de aprendizaje comunicativas (foros de discusión, chats, juego de roles, etc.).	0	0	0	0	0
<b>Tecnología del espacio académico</b>					
Las herramientas utilizadas en el espacio académico respaldan los objetivos y competencias de aprendizaje.	0	0	0	0	0

Continúa en la siguiente página...

B.1. INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL DISEÑO  
INSTRUCCIONAL DEL EVAC

Continuación

Afirmaciones sobre el desempeño	TA	DA	IN	ED	TD
Se dispone de un sistema fiable para el registro de calificaciones.	0	0	0	0	0
Las tecnologías requeridas en el espacio académico son fáciles de obtener.	0	0	0	0	0
Las tecnologías del espacio académico son actuales.	0	0	0	0	0
<b>Apoyo al estudiante</b>					
Los espacios académicos cuentan con vínculos para que el estudiante obtenga soporte técnico.	0	0	0	0	0
Las instrucciones del espacio académico articulan o vinculan a las políticas y servicios de accesibilidad de la institución.	0	0	0	0	0
Las instrucciones del espacio académico ofrecen vínculos que ofrecen información acerca de los servicios de apoyo académico para que los estudiantes logren con éxito los objetivos propuestos.	0	0	0	0	0
<b>Accesibilidad y usabilidad</b>					
El espacio académico proporciona medios alternativos de acceso a los materiales del espacio académico en formatos que satisfacen las necesidades de diversos estudiantes.	0	0	0	0	0
Se dispone de sistemas de evaluación alternativos para los estudiantes que no disponen de acceso permanente a internet.	0	0	0	0	0
Existen opciones que permiten imprimir los contenidos.	0	0	0	0	0
El diseño del espacio académico facilita la legibilidad.	0	0	0	0	0



# Apéndice C

## Instrumento C

### C.1 Formulario de consentimiento

Proyecto de investigación: “Modelo de Entorno Virtual de Aprendizaje Combinado basado en Simulación”

1. Yo ..... declaro que estoy dispuesto a ser sujeto del estudio de investigación llevado a cabo por Cesar Enrique Pedroza González sobre el “Modelo de Entorno Virtual de Aprendizaje Combinado basado en Simulación” en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan.
2. Entiendo que el propósito de la investigación es comprender la eficacia del “Modelo de Entorno Virtual de Aprendizaje Combinado basado en Simulación” diseñado y desarrollado en la investigación por Cesar Enrique Pedroza González.
3. Reconozco que entiendo
  - Los objetivos, métodos y beneficios previstos, así como los posibles riesgos del estudio de investigación
  - Que los hallazgos y resultados se utilizarán en su tesis de maestría, y que también podrán ser publicados en revistas científicas y académicas;
  - Que mi participación en el estudio de investigación es puramente voluntaria
  - Que soy libre de retirar mi consentimiento en cualquier momento del estudio, en cuyo caso mi participación en la investigación cesará inmediatamente y no se utilizará ninguna información obtenida de mí.

Firma: ..... Fecha: .....



# Apéndice D

## Instrumento D

### D.1 Guías para evaluar el proceso de investigación cualitativa

#### 1. Introducción

- ¿Se formulan con claridad los objetivos de la investigación?
- ¿La metodología cualitativa es la apropiada para el objetivo de la investigación?
- ¿El estudio se enmarca en su contexto y se justifica su realización?
- ¿El estudio es pertinente y relevante?

#### 2. Participantes y métodos

Diseño:

- ¿Está satisfactoriamente descrita la estrategia metodológica utilizada?
- ¿El diseño es apropiado para la pregunta de la investigación?
- ¿Se realizaron modificaciones al diseño proyectado y por qué?
- ¿El estudio está conceptualizado temporalmente?

Muestreo:

- ¿La muestra seleccionada cumple criterios de pertinencia para el objetivo de la investigación?
- ¿Se describe de dónde, quién y por qué se seleccionó?
- ¿Se refiere cómo fueron seleccionados los participantes y si alguno de los seleccionados rehusaron participar y por qué?
- ¿Las informantes y contextos están convenientemente descritos? ¿Se consiguió y cómo la saturación de la información?

Técnicas de recogida de información:



- ¿Están satisfactoriamente descritas las técnicas de recogida de información?
- ¿Las técnicas utilizadas eran las adecuadas para el tema a investigar?

Análisis:

- ¿La estrategia de análisis está convenientemente descrita?
- ¿Cómo se han derivado los temas y categorías desde los datos?
- ¿Toda la información obtenida se ha tenido en cuenta en el análisis?

Rigor:

- ¿Qué técnicas se han utilizado para asegurar la fiabilidad de los resultados?
- ¿Los autores describen el método con el suficiente detalle para poder reproducir el estudio?

### 3. Resultados y Discusión

- ¿Los resultados se describen con claridad y son comprensibles?
- ¿La descripción de los resultados es adecuada?
- ¿Se han seleccionado los más relevantes para los objetivos de la investigación?
- ¿Se presentan suficientes datos para justificar los resultados?
- ¿Es adecuada la discusión de la evidencia disponible tanto a favor como en contra de los argumentos del investigador?

### 4. Conclusión

- ¿Se señalan las conclusiones claves del estudio?
- ¿Las conclusiones derivan del análisis de los datos?
- ¿Los resultados pueden ser transferibles a poblaciones más amplias?
- ¿Se señalan las limitaciones del estudio?
- ¿El investigador ha examinado su papel en el estudio, su influencia y los posibles sesgos?
- ¿Se contemplan las implicaciones del estudio para la acción y el cambio?
- ¿Se apuntan las nuevas directrices en este campo?

## Apéndice E

# Curso muestra

### E.1 Información General

La primera pestaña de izquierda a derecha muestra los elementos del primer nivel de desagregación que pertenece a la información general del curso.

# Matemáticas II



## Presentación del curso

Las unidades que se trabajan en este curso, corresponden a los ejes de álgebra, funciones y Geometría Euclidiana. En la unidad de ecuaciones cuadráticas se revisan conceptos y procedimientos que serán el fundamento en la mayoría de los cursos de matemáticas del Colegio, además de establecer una liga con el tema de funciones cuadráticas al vincularse estrechamente en sus características particulares. El resto del curso está dedicado a temas de geometría euclidiana que mediante el manejo del método deductivo se favorece la argumentación y el razonamiento lógico necesario, tanto en el campo de las matemáticas como en otras disciplinas.

De manera más amplia, la secuencia de aprendizajes correspondientes al estudio de la ecuación y la función cuadrática permite, por un lado, avanzar en el concepto de función al introducir un nuevo tipo de variación que conlleva conceptos como concavidad y simetría, y, por otro, la relación entre estas unidades enriquece ambas temáticas y contribuye a la formación de significados sobre la resolución de ecuaciones.

En el caso de la Geometría Euclidiana, ésta ayuda al alumno a describir los objetos y sus partes de acuerdo con sus formas, dimensiones y propiedades; contribuye de manera significativa a favorecer un pensamiento reflexivo cuando el estudiante en un primer momento, explora, identifica propiedades y relaciones que puede enunciar en proposiciones generales, construye y proporciona argumentos que validen dichas proposiciones, y finalmente, establecen relaciones entre ellas por la vía deductiva, sin llegar a un rigor axiomático propio de estudios más especializados.

Así, las unidades correspondientes al eje de Geometría Euclidiana, contemplan las etapas de exploración, deducción y aplicación, mismas que permiten establecer un equilibrio entre dos tendencias de la enseñanza de la geometría a nivel bachillerato. En consecuencia, en la unidad "Elementos básicos de Geometría plana", se pretende que el alumno explore, observe patrones de comportamiento, conjeture y comience a argumentar; mientras que en la unidad de "Congruencia, semejanza y teorema de Pitágoras", a partir del conocimiento básico de estos conceptos, se introduce al alumno al razonamiento deductivo y a la comprensión del por qué de las demostraciones.

## Descripción general

El curso ha sido desarrollado para incluir los siguientes contenidos innovadores:

- Conceptos clave de los mercados financieros, que se explican desde una perspectiva aplicada, incluso con ejemplos y problemas de las prácticas actuales de los mercados financieros desde la perspectiva de la integración y el desarrollo;
- Las técnicas analíticas que se aplicarán en los mercados financieros proporcionan comprensión y herramientas a los responsables de la toma de decisiones en la empresa;
- Ejercicios aplicados, que abarcan temas como el mercado monetario, el mercado de deuda, los instrumentos del mercado de renta variable, así como las normas de toma de decisiones en los mercados financieros.

### Objetivo general del curso

Al finalizar el segundo curso de matemáticas, a través de las diversas actividades encaminadas al desarrollo de habilidades y a la comprensión de conceptos y procedimientos, el alumno:

- Adquiere la capacidad para resolver ecuaciones cuadráticas por diferentes métodos y los aplica en la resolución de problemas.
- Avanza en la comprensión del concepto de función, distingue las diferencias y similitudes entre las funciones lineales y cuadráticas. Modela con estas últimas algunas situaciones de variación cuadrática y de optimización.
- Incrementa su capacidad de resolver problemas, al incorporar estrategias y procedimientos para realizar construcciones geométricas y para comprender o proporcionar argumentos que justifican un enunciado.
- Percibe que existe una estructura en los conocimientos de la Geometría Euclidiana y que ésta estudia figuras y cuerpos presentes en su entorno.
- Identifica relaciones y patrones de comportamiento en diversas situaciones o problemas geométricos, y a partir de esto establece conjeturas o infiere algunas conexiones entre resultados.
- Valora la importancia de proporcionar una argumentación como la vía que otorga validez al conocimiento geométrico.
- Aplica conceptos, procedimientos y resultados de la Geometría Euclidiana para resolver problemas.
- Hace uso de software para un mejor entendimiento de los temas.

### Formas de Trabajo y Comunicación

A continuación se presenta la forma de trabajo de la asignatura, así como el foro de avisos, los cuales te permiten conocer de manera más detallada aspectos de las evaluaciones y actividades como por ejemplo, cuándo se entregan las actividades y horario límite de entrega, así como de las formas de comunicación y datos generales de la materia. Podrás consultar dando clic en cada espacio.

 [Foro para avisos de la materia](#)

 [Forma de trabajo y evaluación](#)

### Contenidos

#### Tema 1

Congruencia

#### Tema 2

Semejanza

#### Tema 3

Teorema de Pitágoras

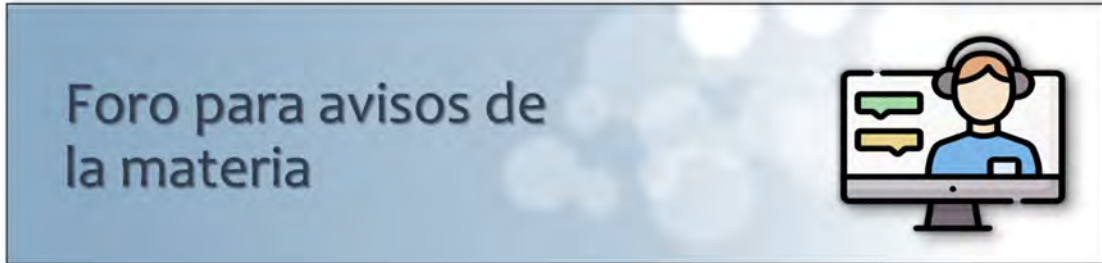
Figura E.1: Pestaña de la información general del curso (Elaboración propia)

Forma de trabajo y evaluación



Figura E.2: Foro de avisos de la materia (Elaboración propia)

Foro para avisos de la materia



Banner elaborado a través de Iconos diseñados por Freepik from www.flaticon.es

Propósito

Proporcionar a los integrantes del curso de información correspondiente a la asignatura durante el desarrollo del mismo y facilitar la comunicación del docente hacia los estudiantes.

Descripción:

El "Foro para avisos de la materia" sirve para compartir información referente al curso y que al mismo tiempo facilite la comunicación del docente con los estudiantes. En este espacio encontraras durante los distintos momentos del curso indicaciones, materiales, noticias, entre otros. Por lo que se te pide una revisión frecuentemente de este apartado. Este canal es solamente de carácter informativo por lo que cualquier duda o comentario será a través de los foros de duda correspondiente de cada unidad o a través del sistema de mensajes de la plataforma. En ese sentido no es necesario responder a las publicaciones.

Añadir un nuevo tópico/tema de discusión aquí

Discusión	Comenzado por	Respuestas	Último mensaje	Creado
☆ Bienvenida al curso	CESAR ENRIQUE PEDROZA GONZALEZ	0	CESAR ENRIQUE PEDROZA GONZALEZ Tue, 17 de May de 2022, 12:22	Tue, 17 de May de 2022, 12:22

ACTIVIDAD SIGUIENTE  
Forma de trabajo y evaluación »

Figura E.3: Formas de trabajo y comunicación (Elaboración propia)

## E.2 Unidad

La segunda pestaña de izquierda a derecha muestra los elementos del segundo nivel de desagregación que pertenece a la información sobre la unidad.

The image shows a digital interface for a course. At the top, there are two tabs: 'Información General' and 'Unidad 4', with 'Unidad 4' being the active tab. Below this is a horizontal menu with buttons for 'Introducción', 'Semejanza y Congruencia', 'Proyecto de Unidad', 'Lección 1', 'Lección 2', 'Lección 3', 'Lección 4', 'Lección 5', 'Lección 6', 'Lección 7', 'Lección 8', and 'Examen Parcial 4'. The 'Introducción' button is highlighted in blue.

Below the menu is a large banner for the unit. On the left, the text reads 'Semejanza y Congruencia' in a large font, with 'UNIDAD 4' underneath it. On the right side of the banner is a colorful geometric logo composed of several triangles in orange, green, blue, yellow, and red, arranged to form a larger, irregular shape.

Below the banner, the page is titled 'Introducción a la unidad'. The text explains that Euclidean Geometry helps students describe objects and their properties, and that this unit focuses on exploration, deduction, and application. It also mentions the Pythagorean theorem and deductive reasoning.

The next section is 'Objetivo de la Unidad', which states that students will recognize the possibilities of analysis and application of Euclidean Geometry, including the representation and procedures of algebra.

The final section is 'Tema 1: Congruencia', which lists seven sub-topics:
 

- Tema 1.1 Notación.
- Tema 1.2 Congruencia.
- Tema 1.3 Figuras congruentes.
- Tema 1.4 Congruencia de triángulos.
- Tema 1.5 Criterios de congruencia de triángulos: LAL,ALA,LLL.
- Tema 1.6 Construcciones de: Bisectriz de un ángulo; mediatriz de un segmento, perpendicular a una recta; Teorema del triángulo isósceles y su recíproco.
- Tema 1.7 Problemas de aplicación.

Figura E.4: Pestaña de la información general de la unidad (Elaboración propia)



## E.3 Temas

La tercera pestaña de izquierda a derecha muestra los elementos del tercero y último nivel de desagregación que pertenece a los temas

### UNIDAD 4



#### Foro de dudas

Los foros de dudas de la unidad permiten a los usuarios participar en el aula virtual para exponer sus dudas que puedan surgir durante las actividades de la semana, tal como se harían normalmente en clases presenciales, pero de forma escrita.

 [Foro de dudas | Unidad 4](#)



#### Contenidos de la unidad

En esta unidad examinaremos el concepto de riesgo como el problema fundamental del que se ocupa el seguro. Además, examinaremos varios conceptos relacionados a este, tales como sus efectos, clasificación y formas de medirlo. De igual forma examinaremos los rasgos distintivos de la gestión de riesgos.

[Lección 1](#)
[Lección 2](#)
[Lección 3](#)
[Lección 4](#)
[Lección 5](#)
[Lección 6](#)
[Lección 7](#)
[Lección 8](#)



#### Recursos

El contenido de los siguientes materiales fue diseñado con el propósito de guiarte en el proceso de tu aprendizaje y promover el interés en las actividades que debes realizar, destacando la importancia del logro de los objetivos particulares de la presente unidad, los materiales de estudio y de trabajo que necesitarás (ligas web, archivos pdf, presentaciones, artículos de investigación, objetos interactivos, videos, entre otros).

 [Sala de videoconferencias | Sesión 1](#)

 [R1.1 | Congruencia](#)

 [R1.2 | Sesión 1 \(vídeo\)](#)



#### Actividades

El contenido de las siguientes actividades fue diseñado con el propósito de promover el aprendizaje de los conocimientos vistos destacando la importancia del logro de los objetivos particulares de la presente unidad, así como la secuencia en la que deberá realizar cada actividad, y las formas mediante las cuales demostrarás tu aprendizaje (ensayo, cuadros sinópicos, mapas conceptuales, participaciones en foros o salas de charla electrónica, entre otros).

 [A1.1 | Tangram Chino](#)

 [A1.2 | Tangram Chino: Actividad](#)

 [A1.3 | Congruencia](#)





### Referencias

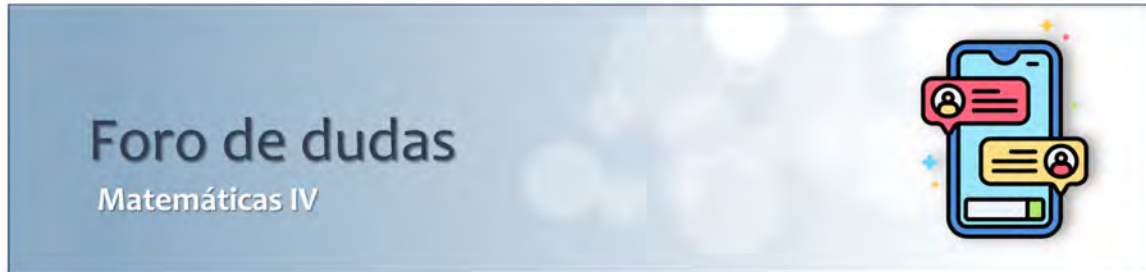
1. Álvarez Corrales, E. (2012). Elementos de geometría.
2. Dubreil, P., & Dubreil-Jacotin, M. L. (1971). Lecciones de álgebra moderna. Reverte.
3. Rees, P. K. (1986). Álgebra. Reverté.
4. Samper, C., Molina, Ó., & Echevery, A. (2013). Geometría plana: un espacio de aprendizaje. Universidad Pedagógica Nacional.

Fin de la Unidad 4

Iconos creados por Freepik - Flaticon

Figura E.5: Pestaña de los temas de la unidad (Elaboración propia)

## Foro de dudas | Unidad 4



Banner elaborado a través de Iconos diseñados por Freepik from www.flaticon.es

### Propósito

Permitir a los usuarios participar en el aula virtual como se haría normalmente en clases presenciales, para aclarar las dudas que puedan surgir de los recursos o de las actividades de la semana en curso.

### Instrucción:

Los foros de dudas de la unidad permiten a los usuarios participar en el aula virtual para exponer sus dudas que puedan surgir durante las actividades de la semana, tal como se harían normalmente en clases presenciales, pero de forma escrita. Permiten establecer una comunicación asincrónica, es decir que el usuario colocará su participación en los foros, misma que aparecerá publicada treinta minutos después. Antes de transcurrido este tiempo, podrá editar o incluso borrar su participación. Luego, otros usuarios podrán responder e intercambiar opiniones bajo la misma mecánica. En suma, la comunicación no ocurre en tiempo real.

### Instrucción técnica:

¿Cómo colocar un tema nuevo?

1. Haz clic en el foro de tu interés.
2. Oprime el botón **Añadir un nuevo tópico/tema de discusión aquí**.
3. Escribe tu participación y al terminar oprime el botón **Enviar al foro**.
4. Transcurridos treinta minutos, tu participación aparecerá en el foro.
5. Todos los participantes recibirán automáticamente por correo electrónico una notificación sobre tu participación.

¿Cómo responder un comentario?

1. Haz clic en el **Tema** colocado por el usuario. Lee su participación.
2. Reflexiona y analiza de qué forma puedes interactuar o contribuir en el Tema.
3. Haz clic en el hipervínculo **Responder**.
4. Escribe tu participación y al terminar oprime el botón **Enviar al foro**.
5. Transcurridos treinta minutos, tu respuesta aparecerá en el foro.
6. Todos los participantes recibirán automáticamente por correo electrónico una notificación sobre tu respuesta.

[Añadir un nuevo tópico/tema de discusión aquí](#)

(Aún no hay tópicos/temas de discusión en este foro)

Figura E.6: Foro de dudas de la unidad (Elaboración propia)

R1.1 | Congruencia

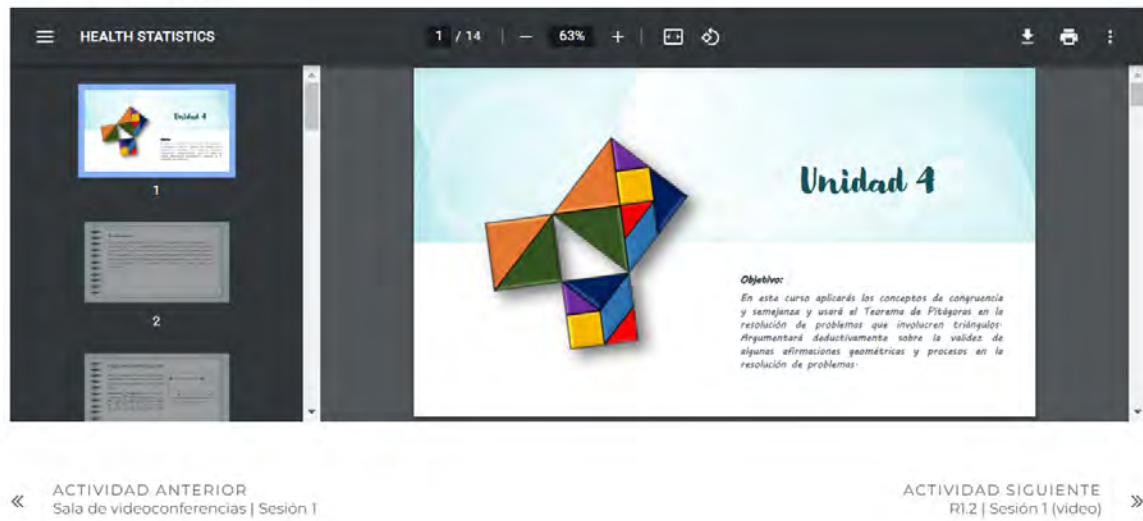


Figura E.7: Recursos materiales para el aprendizaje (Elaboración propia)

Congruencia

- 2021-1 MAE PEDROZA GONZALEZ CESAR ENRIQUE. (25 abril 2022). *Matemáticas 2: Unidad 4 | Sesión 1*. [Archivo de Video].

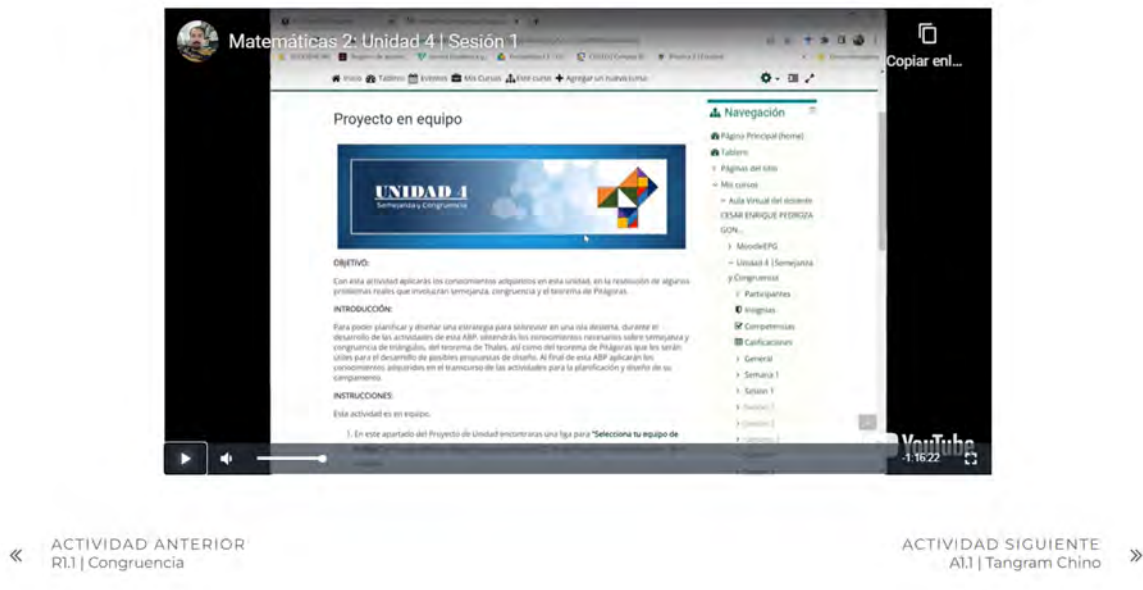


Figura E.8: Video de la sesión 1 (Elaboración propia)

## A1.1 | Tangram Chino



Con esta actividad explicarás la diferencia entre igualdad y congruencia.

**INTRODUCCIÓN:**

El Tangram chino es un rompecabezas, compuesto por 7 piezas que guardan relación entre sí, 2 parejas de triángulos congruentes, todos los triángulos son semejantes y todas las piezas se pueden descomponer y recomponer a partir del triángulo más pequeño.

**INSTRUCCIONES:**

Esta actividad es individual.

1. Revisa los recursos R1.1 | Congruencia y R1.2 | Sesión 1 (video), (disponibles sección de recursos de esta semana) para adquirir los conocimientos necesarios para realizar esta actividad.
2. En la parte inferior se presenta el link de acceso al recurso en GeoGebra Classroom. Al darle clic se abrirá una ventana como la siguiente:



3. Escribe tu nombre completo y da clic en "Inicio", o si cuentas con una cuenta en GeoGebra da clic en "Abrir sesión".
4. Todo lo que realices se guarda en tiempo real dentro de la plataforma por lo que no es necesario que lo guardes.

**Valor para la calificación:**

Esta actividad tiene un valor de (%) para tu calificación final.

**Iniciar Actividad**

Figura E.9: Actividad de aprendizaje - Descripción (Elaboración propia)

## Congruencia (geometría)

Observa la siguiente figura y contesta

Utiliza el marcador sobre la imagen de la izquierda para dibujar el contorno de la misma y observa como en la imagen de la derecha se dibuja un rastro a medida que te desplazas con el marcador.

### Tarea 1



### Tarea 2

Con lo que observaste y en concreto con el rastro que se genero, contesta lo siguiente - ¿Cómo son las figuras presentadas?

REVISAR TU RESPUESTA

### Tarea 3

Podemos decir entonces que dos figuras son congruentes cuando tienen la misma:

REVISAR TU RESPUESTA

Figura E.10: Actividad de aprendizaje 1 (Elaboración propia)

## Actividad

|| PAUSAR

OCULTAR NOMBRES

Ahora utiliza el juego de Tangram y construye figuras que tengan la misma forma a las mostradas a continuación. Recuerda mantener la disposición de las fichas.



Tarea 1

Progreso del estudiante:



15 de 18

DETALLES

Tarea 1: Juego Tangram



Tarea 2

Progreso del estudiante:



15 de 18

DETALLES

Tarea 2: Observa las siete fichas del Tangram.

¿Qué puedes concluir de las formas y tamaños de las fichas?

Aa π Ingresar aquí tu respuesta...

Figura E.11: Actividad de aprendizaje 2 (Elaboración propia)



## Tarea 1

Juego Tangram

PAUSAR MOSTRAR NOMBRES

Estudiante 1 Estudiante 2 Estudiante 3 Estudiante 4

Estudiante 5 Estudiante 6 Estudiante 7 Estudiante 8

Estudiante 9 Estudiante 10 Estudiante 11 Estudiante 12

Estudiante 13 Estudiante 14 Estudiante 15 Estudiante 16

Estudiante 17 Estudiante 18

← Previa Actividad      Siguiente Tarea 2 →

Figura E.12: Vista del seguimientos de las actividades (Elaboración propia)

**OBJETIVO:**

Con esta actividad aplicarás los conocimientos adquiridos en esta unidad, en la resolución de algunos problemas reales que involucran semejanza, congruencia y el teorema de Pitágoras.

**INTRODUCCIÓN:**

Para poder planificar y diseñar una estrategia para sobrevivir en una isla desierta, durante el desarrollo de las actividades de esta ABP, obtendrás los conocimientos necesarios sobre semejanza y congruencia de triángulos, del teorema de Thales, así como del teorema de Pitágoras que les serán útiles para el desarrollo de posibles propuestas de diseño. Al final de esta ABP aplicarán los conocimientos adquiridos en el transcurso de las actividades para la planificación y diseño de su campamento.

**INSTRUCCIONES:**

Esta actividad es en equipo.

1. En este apartado del Proyecto de Unidad encontraras una liga para "**Selecciona tu equipo de trabajo**" en la que deberás elegir tu equipo antes del 22 de abril que es la fecha de cierre de la elección.
2. Una vez seleccionado tu equipo, da clic sobre el apartado de "**¡Sobrevivir en una isla desierta!**" que aparece al final de este texto para ingresar.
3. Le detenidamente cada una de las actividades que se te pide en el recurso y organiza junto con tu equipo los tiempos de entrega, recuerda que la fecha límite para entregar tu proyecto terminado es el 13 de mayo del 2022.
4. El proyecto les pide que suban un video por equipo el cual podrán compartir con los demás compañeros en el "**Foro de Proyectos**" disponible en el apartado del Proyecto de Unidad.

**Valor para la calificación:**

La evaluación estará basada en la realización de actividades de aprendizaje (8), cuestionarios (6) y proyecto del puente (1) cuyo valor ponderado es el que sigue:

- Actividades de aprendizaje (A): 20%
- Cuestionarios (C): 30%
- Proyecto (P): 20%
- Examen (E): 30%

Este proyecto de unidad tiene un valor del 20% de la evaluación correspondiente de la Unidad 4 | Semejanza, Congruencia y Teorema de Pitágoras.

Figura E.13: Proyecto de la unidad - Descripción (Elaboración propia)



## Selecciona tu equipo de trabajo

Ver 14 respuestas

Su selección: Equipo 1

Lo siento, esta actividad se cerró en Friday, 6 de May de 2022, 10:00 y ya no está disponible

Elección	Grupo	Mostrar descripciones	Miembros / Capacidad	Miembros del grupo	Mostrar Miembros del Grupo
<input checked="" type="radio"/>	Equipo 1		3 / 5		
<input type="radio"/>	Equipo 2		1 / 5		
<input type="radio"/>	Equipo 3 (LLeno)		5 / 5		
<input type="radio"/>	Equipo 4 (LLeno)		5 / 5		
<input type="radio"/>	Equipo 5		0 / 5		

« ACTIVIDAD ANTERIOR  
Foro de dudas | Unidad 4

ACTIVIDAD SIGUIENTE »  
¡Sobrevivir en una isla desierta!

Figura E.14: Vista del selector de equipos de trabajo (Elaboración propia)

## ¡Sobrevivir en una isla desierta!

Siguiente: Organizar ideas ►



### ¿Alguna vez lo habías pensado?

Quizá en algún momento de tu vida ha pasado por tu mente la idea de quedar varado en una isla desierta, ¿Cómo sobrevivirías?, ¿Qué te mantendría seguro y sano mientras vives solo en el paraíso?, ¿Qué elementos llevarías a una isla desierta?

Algunos viajes implican historias de supervivencia que podrían formar parte de una novela, serie de televisión, o recreados en alguna película. Sin embargo, los riesgos pueden estar presentes: en una simple caminata por el bosque donde podríamos perdernos; incluso en un viaje en barco, podría naufragar, aunque suene poco probable y que quizá tu historia inspire a otros que se vean atrapados en la misma situación.

Existen historias fantásticas de supervivencia en islas desiertas, que narran las acciones y sucesos de algunas personas que, con tan solo un par de cuerdas, un cuchillo, algo de ropa y algunas herramientas, se las han ingeniado para sobrevivir por tiempos prolongados.

### ¡Acepta el reto!



### Te encuentras en la siguiente situación

Tus padres te regalan un viaje en barco en los litorales de Australia por haber terminado tu carrera y durante el viaje el barco encalla en un arrecife a 700 km del archipiélago de la "recherche", a unos cuantos cientos de metros se halla una pequeña isla, por lo que decides junto con cuatro personas sobrevivientes de la embarcación llegar hasta la costa de la isla. Después de un tiempo se dan cuenta que están totalmente solos, pero la isla tiene recursos como agua potable, frutos y algunos animales endémicos. Para poder sobrevivir es necesario establecer un campamento y construir algunas chozas donde establecerse, que los mantenga a salvo de los depredadores y de las inclemencias del tiempo. Para construirla deberás emplear los elementos a tu alcance como materiales propios de una isla tropical y aprovechar los espacios libres para que puedan construirla entre las cinco personas, deberán de contemplar áreas comunes, áreas de almacenamiento y dormitorios, para convivir en paz. Al momento del naufragio, lograron, traer consigo algunas cosas como: un par de cuerdas, un hacha y un martillo. ¿Qué otro elemento necesitarías además de las herramientas mencionadas?, ¿Cómo desarrollarías un plan con tu equipo para diseñar tu refugio?, ¿Qué rol tomarías dentro del grupo? Para poder planificar y diseñar su asentamiento, durante el desarrollo de las actividades de esta lección, obtendrás los conocimientos necesarios sobre semejanza y congruencia de triángulos, del teorema de Thales, así como del teorema de Pitágoras que les serán útiles para el desarrollo de posibles propuestas de diseño. Al final de esta lección aplicarán los conocimientos adquiridos en el transcurso de las actividades para la planificación y diseño de su campamento.

Siguiente: Organizar ideas ►

Figura E.15: Proyecto - Presentación del caso/problema (Elaboración propia)

## ¡Sobrevivir en una isla desierta!

◀ Anterior: ¡Sobrevivir en una isla desierta!

Siguiente: Organiza la acción ▶



### Llegar a la Isla

#### Desarrollo

Es esta historia el barco en donde viajas se golpea con un arrecife de corales y perfora el casco de la embarcación, misma que debe llegar a una isla que se mira al frente y a bordo del cual te encuentras junto con otros cuatro integrantes más. El barco navega sobre agua salada (no potable), separado por una distancia aun no conocida hasta la isla desconocida para Ustedes y aparentemente desierta.

La distancia no la podemos describir en metros, ni kilómetros, ni horas ni minutos; son unidades de distancia que se recorren arrojando alguno de los **objetos del cargamento\*** que se encuentran en el barco. Es importante señalar que los objetos que se arrojan permiten al barco mantenerse a flote y acercarse a la isla, no importando del peso o volumen de cada objeto. Después de arrojar el primer objeto, deducen que para llegar a la isla tendrían que lanzar por la borda **7 objetos**.

Como lo señalamos el objetivo es llegar a la isla, por lo tanto Ustedes, deben arrojar siete de los diez objetos del cargamento que contienen el barco. Para que el barco avance deben deshacerse del objeto arrojándolo al mar.

**Nota:** Las características de la isla las desconocemos; puede haber vegetación o no; puede haber agua potable o no; sólo se sabe que la isla no está habitada por otras personas; puede haber animales o no.

#### Objetos del cargamento del barco

#### Actividades a realizar

👁️ Actividad P1 | Completar el plano de la isla

### Primer día en la Isla

#### Desarrollo

Sobrevivir en la naturaleza puede ser una experiencia implacable y llena de muchos peligros que podrían poner en riesgo tu vida. A eso súmale el entorno húmedo y aislado de una isla desierta, lo que te hará experimentar una situación difícil. Afortunadamente, la esperanza no está del todo perdida. Si empleas el protocolo adecuado, podrás mantenerte hidratado y alimentado, además tendrás refugio hasta que la ayuda llegue.

El objetivo ahora consiste en planificar una serie de tareas que deberán realizar cada uno de Ustedes, para lograr mantenerse a salvo en lo que son rescatados, organizándolas en orden de importancia para realizarse, tomando en cuenta los objetos y materiales a su alcance, incluyendo los tres objetos que conservaron del barco.

**Nota:** AL llegar a la isla se dan cuenta que es de tipo tropical, pero deberán apurarse antes de que caiga la noche.

#### Actividades a realizar

👁️ Actividad P2 | Construir un almacén de provisiones

#### Protocolo de supervivencia

Mantenerse alimentado e hidratado | Sobrevivir a la isla | Dejar la isla

◀ Anterior: ¡Sobrevivir en una isla desierta!

Siguiente: Organiza la acción ▶

Figura E.16: Proyecto - Organizar las ideas (Elaboración propia)



## ¡Sobrevivir en una isla desierta!

◀ Anterior: Organizar ideas

Siguiente: Resolución del problema ▶



### ¿Cuál es el plan?

De acuerdo a la Actividad 2 de la sección, anterior planificaron una serie de tareas que deberán realizar entre Ustedes, para lograr sobrevivir en la isla en la que son rescatados. A continuación les presentamos una serie de actividades que tendrían que haber contemplado para sobrevivir en la isla. Revisen en cada una de las actividades que se necesita para lograr mantenerse a salvo y propongan un plan para resolverlo.

**Nota:** Dentro de cada una de las actividades existe un apartado de recursos en donde encontrarán materiales de consulta que les servirán de ayudar para elaborar un plan para resolver cada situación.

#### Actividades a realizar

- 👁 Actividad P3 | Completar el plano de la isla
- 👁 Actividad P4 | Construir un almacén de provisiones
- 👁 Actividad P5 | Construir un refugio
- 👁 Actividad P6 | Construir un acueducto
- 👁 Actividad P7 | Construir un mirador
- 👁 Actividad P8 | Construir un puente

Los puentes están presentes en numerosos caminos que recorremos a menudo, todos atravesamos algún puente de manera habitual. Éstos cumplen una función muy importante, comunicar dos extremos para salvar algún obstáculo.

Aunque todos los puentes cumplan la misma labor, su morfología ha ido variando a lo largo de la historia y en función de las necesidades. Desde los primeros puentes, realizados con elementos de la naturaleza, pasando por los puentes arco de piedra, de acero y hormigón, colgantes... hasta los puentes atirantados tan de moda en los últimos tiempos ha habido una gran evolución.

A continuación les mostramos un video sobre la construcción de un puente colgante en Perú, analicen y describan los pasos para la construcción de un puente colgante.

[Continuar leyendo...](#)

◀ Anterior: Organizar ideas

Siguiente: Resolución del problema ▶

Figura E.17: Proyecto - Organizar la acción (Elaboración propia)

## ¡Sobrevivir en una isla desierta!

◀ Anterior: Organiza la acción

Siguiente: sd ▶



### Pasemos a la acción

Muy bien, hasta ahora han conseguido mantenerse a salvo, es la hora de pasar a la acción, en la sección anterior revisaron las actividades y desarrollaron un plan para resolver las situaciones que se presentaron para mantenerse a salvo en la isla y con ayuda de los recursos lograron establecer posibles soluciones para resolverlas.

A continuación pongan a prueba sus conocimientos y habilidades para resolver cada una de las tareas siguientes:

#### Actividades a realizar

##### Cuestionario C3 | Completar el plano de la isla

El mapa siguiente muestra 5 puntos diferentes de la isla. La "X" marcada muestra el punto donde se encuentran parados, la distancia la miden utilizando una cuerda con una medida arbitraria (es decir que depende del lo largo de que tenga la cuerda que utilicen) desde que iniciaron el recorrido de su campamento al punto "X" midieron 336 veces el largo de la cuerda, a partir de ese punto se desplazaron a un manantial de agua que se encontraba a 168 y por último regresando en línea recta desde el manantial al campamento contaron 280.

[Continuar leyendo...](#)

##### Cuestionario C4 | Construir un almacén de provisiones

Para lograr sobrevivir durante varios días es importante almacenar todas las provisiones con las que cuenten además de encontrar alguna fuente de alimentos. Durante la exploración que realizaron, encontraron un espacio despejado en donde podrían construir su almacén de provisiones, de acuerdo con el mapa el espacio forma un círculo de 14 unidades de diámetro, medidas con una cuerda de tamaño arbitrario (para poder realizar los cálculos correspondientes tomaremos como medida de la cuerda 90 cm). Ahora bien, para poder asegurar que las provisiones queden bien resguardadas, construye el almacén con las siguientes características:

[Continuar leyendo...](#)

##### Cuestionario C5 | Construir un refugio

Para lograr sobrevivir durante varios días es importante mantenerse a salvo de las inclemencias del tiempo, y de las amenazas de algún depredador, para lo cual deberán construir un refugio en el que puedan descansar, mantenerse secos, protegidos del los rayos del sol y de las inclemencias del tiempo. Durante la exploración que realizaron, encontraron un espacio despejado en donde podrían construir su refugio, de acuerdo con el mapa el espacio forma...


[Continuar leyendo...](#)

##### Cuestionario C6 | Construir un acueducto

Busca una fuente de agua fresca. Las personas no pueden sobrevivir más de 3 o 4 días sin tomar agua fresca. Durante la exploración de la isla encontraron tierra adentro una fuente de agua que brota de un manantial en las rocas.

Para hacer que el agua llegue hasta el refugio necesitan construir un acueducto, por lo que necesitan idear un plan para utilizar troncos de bambú que miden aproximadamente 3 metros de largo y 7 cm de diámetro. Para calcular la inclinación necesitan puntos de referencia para asegurar que sea suficiente para que el agua fluya.


[Continuar leyendo...](#)

 **Cuestionario C7 | Construir un mirador**

Mantén tu mente activa y no pierdas la esperanza. Trabaja en proyectos que tengas que culminar en tu campamento o idea nuevos métodos para escapar de la isla, como por ejemplo: pueden construir un mirador en algún punto alto de la isla para empezar.

Para realizarlo deberán buscar el punto más alto sobre las copas de los árboles y sobre estas construir una pequeña estación que les permita mantenerse protegidos del sol y realizar guardias de vigilancia. Durante la exploración que realizaron, encontraron un árbol lo suficientemente grande para empezar a desarrollar su estación, es necesario hacer primero una escalera lo bastante larga para llegar al punto en donde empezaran a construir el piso.

[Continuar leyendo...](#)

 **Cuestionario C8 | Construir un puente**

Los puentes están presentes en numerosos caminos que recorremos a menudo, todos atravesamos algún puente de manera habitual. Éstos cumplen una función muy importante, comunicar dos extremos para salvar algún obstáculo.

Aunque todos los puentes cumplan la misma labor, su morfología ha ido variando a lo largo de la historia y en función de las necesidades. Desde los primeros puentes, realizados con elementos de la naturaleza, pasando por los puentes arco de piedra, de acero y hormigón, colgantes... hasta los puentes atirantados tan de moda en los últimos tiempos ha habido una gran evolución.

A continuación les mostramos un video sobre la construcción de un puente colgante en Perú, analicen y describan los pasos para la construcción de un puente colgante.

[Continuar leyendo...](#)

◀ Anterior: Organiza la acción

Siguiente: sd ▶

Figura E.18: Proyecto - Resolver el problema (Elaboración propia)



## Actividad P1 | Llegar a la Isla



### Llegar a la Isla

#### Desarrollo

En esta historia el barco en donde viajas se golpea con un arrecife de corales y perfora el casco de la embarcación, misma que debe llegar a una isla que se mira al frente y a bordo del cual te encuentras junto con otros cuatro integrantes más. El barco navega sobre agua salada (no potable), separado por una distancia aun no conocida hasta la isla desconocida para Ustedes y aparentemente desierta.

La distancia no la podemos describir en metros, ni kilómetros, ni horas ni minutos; son unidades de distancia que se recorren arrojando alguno de los **objetos del cargamento\*** que se encuentran en el barco. Es importante señalar que los objetos que se arrojan permiten al barco mantenerse a flote y acercarse a la isla, no importando del peso o volumen de cada objeto. Después de arrojar el primer objeto, deducen que para llegar a la isla tendrían que lanzar por la borda **7 objetos**.

Como lo señalamos el objetivo es llegar a la isla, por lo tanto Ustedes, deben arrojar siete de los diez objetos del cargamento que contienen el barco. Para que el barco avance deben deshacerse del objeto arrojándolo al mar.

**Nota:** Las características de la isla las desconocemos; puede haber vegetación o no; puede haber agua potable o no; sólo se sabe que la isla no está habitada por otras personas; puede haber animales o no.

#### Objetos del cargamento del barco

Analiza con los integrantes de tu equipo acerca de ¿Qué sabemos de la situación?, ¿Qué necesitamos para poder sobrevivir en la isla?, ¿Cómo lo resolvemos?. Al cabo de 40 minutos de deliberación, el equipo debe llegar a un consenso sobre los 3 elementos que deberán conservar al llegar a la isla.

1. ¿Con que objetos se quedaron?
2. Justifica el porque eligieron cada uno de estos tres objetos.

### Sumario de calificaciones

Oculto para los estudiantes	No
Participantes	25
Enviados	0
Necesita calificarse	0

[Ver todos los envíos](#)

[Calificación](#)

Figura E.19: Actividad P1 — Llegar a la Isla (Elaboración propia)

## Actividad P2 | Primer día en la Isla



## Primer día en la Isla

## Desarrollo

Sobrevivir en la naturaleza puede ser una experiencia implacable y llena de muchos peligros que podrían poner en riesgo tu vida. A eso súmale el entorno húmedo y aislado de una isla desierta, lo que te hará experimentar una situación difícil. Afortunadamente, la esperanza no está del todo perdida. Si empleas el protocolo adecuado, podrás mantenerte hidratado y alimentado, además tendrás refugio hasta que la ayuda llegue.

El objetivo ahora consiste en planificar una serie de tareas que deberán realizar cada uno de Ustedes, para lograr mantenerse a salvo en lo que son rescatados, organizándolas en orden de importancia para realizarse, tomando en cuenta los objetos y materiales a su alcance, incluyendo los tres objetos que conservaron del barco.

**Nota:** AL llegar a la isla se dan cuenta que es de tipo tropical, pero deberán apurarse antes de que caiga la noche.

Con base en los **"Protocolos de supervivencia en una isla desierta"** disponibles en la sección de inferior de esta sección y los tres objetos que conservaste del barco, analiza y debate con tus compañeros las tareas que deberán realizar para sobrevivir. Al final deberán presentar una lista de tareas y funciones que realizará cada integrante del equipo, ordenadas en función del tiempo y su prioridad.

Analiza con los integrantes de tu equipo acerca de las tareas que deberían de realizar para lograr mantenerse con vida, ¿Cuáles de ellas realizarían primero?, ¿En cuál de ellas se requiere herramientas para desarrollarlas?, ¿Cuántas personas son necesarias para hacerlo?, ¿Cuánto tiempo requieren para hacer cada tarea? Al final deberán presentar una lista de tareas y funciones que realizará cada integrante del equipo, ordenadas en función del tiempo y su prioridad. Sube tu archivo.

## Protocolo de supervivencia

Mantenerse alimentado e hidratado    Sobrevivir a la isla    Dejar la isla

## Sumario de calificaciones

Oculto para los estudiantes	No
Participantes	25
Enviados	0
Necesita calificarse	0

Ver todos los envíos

Calificación

Figura E.20: Actividad P2 — Primer día en la Isla (Elaboración propia)



Actividad P3 | Completar el mapa de la isla



Completar el mapa

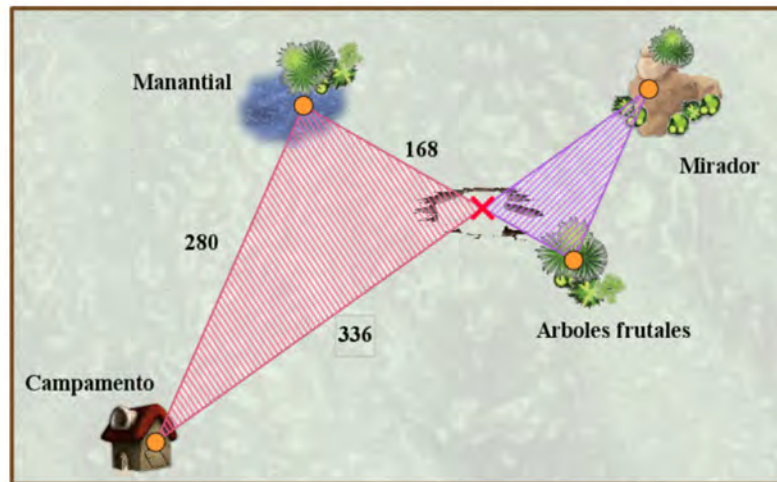
Desarrollo

El mapa siguiente muestra 5 puntos diferentes de la isla. La "X" marcada muestra el punto donde se encuentran parados, la distancia la miden utilizando una cuerda con una medida arbitraria (es decir que depende del lo largo de que tenga la cuerda que utilicen) desde que iniciaron el recorrido de su **campamento** al punto "X" midieron **336** veces el largo de la cuerda, a partir de ese punto se desplazaron a un **manantial** de agua que se encontraba a **168** y por último regresando en línea recta desde el manantial al campamento contaron **280**.

Completa el mapa de acuerdo a los siguientes datos:

- Los triángulos del mapa son semejantes entre sí;
- El **campamento** y el **mirador** forman una línea recta, al igual que el **manantial** y los **arboles frutales**, el punto "X" se encuentra en la intersección de ambas líneas;
- El área del primer triángulo es **2.5 más grande** que la del segundo

**Nota:** En el apartado de recursos encontrarán materiales de consulta que les servirán de ayudar para elaborar un plan para resolver cada situación.



Esta actividad consiste en realizar un plan para resolver la situación a la que tendrán que enfrentarse. Analiza y discute con tus compañeros ¿Qué saben del tema?, ¿Qué necesitan para resolverlo?, ¿Cómo lo resolvemos?, ¿Cuál es la hipótesis?, ¿Cuál es el plan?

Desarrolla con tus compañeros una secuencia cronológica de los pasos ha seguir para la resolver la situación.

Materiales de consulta

- 

Sumario de calificaciones

Oculto para los estudiantes	No
Participantes	25
Enviados	0
Necesita calificarse	0

Figura E.21: Actividad P3 — Completar el mapa de la isla (Elaboración propia)

## Actividad P4 | Construir un almacén de provisiones



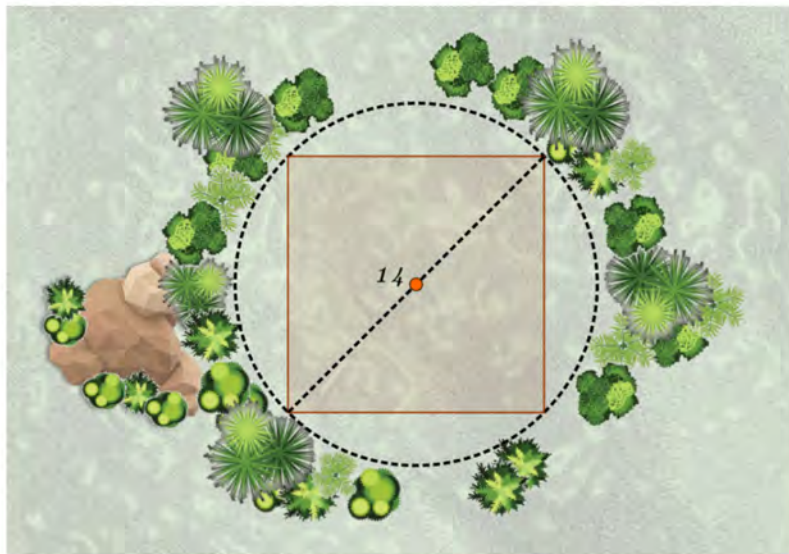
### Construir un almacén de provisiones

#### Desarrollo

Para lograr sobrevivir durante varios días es importante almacenar todas las provisiones con las que cuenten además de encontrar alguna fuente de alimentos. Durante la exploración que realizaron, encontraron un espacio despejado en donde podrían construir su almacén de provisiones, de acuerdo con el mapa el espacio forma un círculo de 14 unidades de diámetro, medidas con una cuerda de tamaño arbitrario (para poder realizar los cálculos correspondientes tomaremos como medida de la cuerda 90 cm). Ahora bien, para poder asegurar que las provisiones queden bien resguardadas, construye el almacén con las siguientes características:

- Tienen que aprovechar todo el espacio para construir una base cuadrada lo mas grande que se pueda dentro círculo ;
- Contempla una base de unos 1.2 metro de altura para mantenerla alejada del piso, recuerda que en una tormenta podría inundarse la zona ;
- Contempla una altura de 2.4 metros de altura para tu almacén y un techo inclinado para que el agua escurra, dale una pendiente de 30 ° de inclinación.

**Nota:** En el apartado de recursos encontrarán materiales de consulta que les servirán de ayudar para elaborar un plan para resolver cada situación.



Esta actividad consiste en realizar un plan para resolver la situación a la que tendrán que enfrentarse. Analiza y discute con tus compañeros ¿Qué saben del tema?, ¿Qué necesitan para resolverlo?, ¿Cómo lo resolvemos?, ¿Cuál es la hipótesis?, ¿Cuál es el plan?

Desarrolla con tus compañeros una secuencia cronológica de los pasos ha seguir para la resolver la situación

#### Materiales de consulta

Lección 1 | Lección 2 | Lección 3 | Lección 4 | Lección 5 | Lección 6 | Lección 7 | Lección 8

Figura E.22: Actividad P4 — Construir un almacén de provisiones (Elaboración propia)



Actividad P5 | Construir un refugio



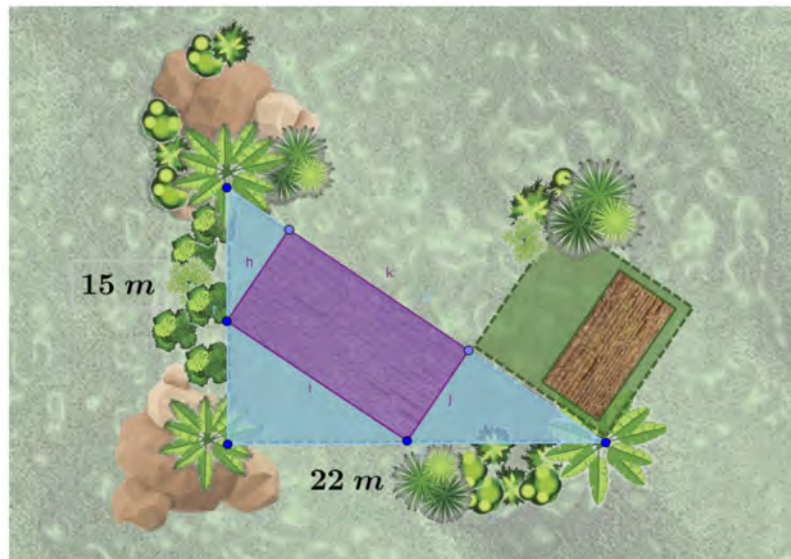
Construir un refugio

Desarrollo

Para lograr sobrevivir durante varios días es importante mantenerse a salvo de las inclemencias del tiempo, y de las amenazas de algún depredador, para lo cual deberán construir un refugio en el que puedan descansar, mantenerse secos, protegidos de los rayos del sol y de las inclemencias del tiempo. Durante la exploración que realizaron, encontraron un espacio despejado en donde podrían construir su refugio, de acuerdo con el mapa el espacio forma un triángulo rectángulo.

- Tienen que aprovechar todo el espacio para construir una base rectangular lo más grande que se pueda dentro triángulo rectángulo como se muestra en el plano. Usando la derivada se llega a determinar que el lado más corto del rectángulo mide 6,18 metros.
- Contempla una base de unos 1.2 metro de altura para mantenerla alejada del piso, recuerda que en una tormenta podría inundarse la zona ;
- Contempla una altura de 2.4 metros de altura para tu almacén y un techo inclinado para que el agua escurra, dale una pendiente de  $30^\circ$  de inclinación.

**Nota:** En el apartado de recursos encontrarán materiales de consulta que les servirán de ayudar para elaborar un plan para resolver cada situación.



Esta actividad consiste en realizar un plan para resolver la situación a la que tendrán que enfrentarse. Analiza y discute con tus compañeros ¿Qué saben del tema?, ¿Qué necesitan para resolverlo?, ¿Cómo lo resolvemos?, ¿Cuál es la hipótesis?, ¿Cuál es el plan?

Desarrolla con tus compañeros una secuencia cronológica de los pasos ha seguir para la resolver la situación

Materiales de consulta

- 

Figura E.23: Actividad P5 — Construir un refugio (Elaboración propia)

## Actividad P6 | Construir un acueducto



## Construir un acueducto

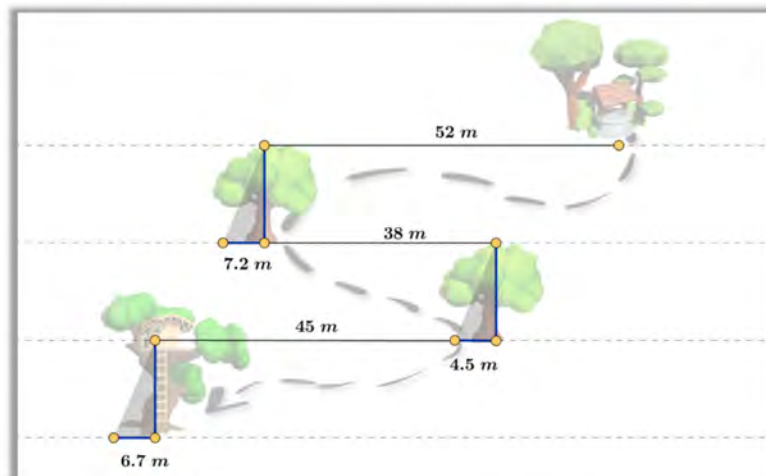
## Desarrollo

**Busca una fuente de agua fresca.** Las personas no pueden sobrevivir más de 3 o 4 días sin tomar agua fresca. Durante la exploración de la isla encontraron tierra adentro una fuente de agua que brota de un manantial en las rocas.

Para hacer que el agua llegue hasta el refugio necesitan construir un acueducto, por lo que necesitan idear un plan para utilizar troncos de bambú que miden aproximadamente 3 metros de largo y 7 cm de diámetro. Para calcular la inclinación necesitan puntos de referencia para asegurar que sea suficiente para que el agua fluya.

- El grupo de exploración realizó un plano con datos de las longitudes de las sombras proyectadas por los árboles, como muestra el diagrama que trazaron;
- Para calcular las alturas tomen de referencia que al momento de medir las sombras, la distancia de la sombra que proyectaba el más alto de ustedes era de 1,35 metros.

**Nota:** En el apartado de recursos encontrarán materiales de consulta que les servirán de ayudar para elaborar un plan para resolver cada situación.



Esta actividad consiste en realizar un plan para resolver la situación a la que tendrán que enfrentarse. Analiza y discute con tus compañeros ¿Qué saben del tema?, ¿Qué necesitan para resolverlo?, ¿Cómo lo resolvemos?, ¿Cuál es la hipótesis?, ¿Cuál es el plan?

Desarrolla con tus compañeros una secuencia cronológica de los pasos a seguir para la resolver la situación

## Materiales de consulta

Lección 1 | Lección 2 | Lección 3 | Lección 4 | Lección 5 | Lección 6 | Lección 7 | Lección 8

Figura E.24: Actividad P6 — Construir un acueducto (Elaboración propia)



## Actividad P7 | Construir un mirador



### Construir un mirador

#### Desarrollo

Mantén tu mente activa y no pierdas la esperanza. Trabaja en proyectos que tengas que culminar en tu campamento o idea nuevos métodos para escapar de la isla, como por ejemplo: pueden construir un mirador en algún punto alto de la isla para empezar.

Para realizarlo deberán buscar el punto más alto sobre las copas de los árboles y sobre estas construir una pequeña estación que les permita mantenerse protegidos del sol y realizar guardias de vigilancia. Durante la exploración que realizaron, encontraron un árbol lo suficientemente grande para empezar a desarrollar su estación, es necesario hacer primero una escalera lo bastante larga para llegar al punto en donde empezaran a construir el piso.

- Tienen que aprovechar el espacio para construir una base rectangular de 2 x 3 metros y una altura de 2 metros, con pasillos de 70 cm alrededor y barandales que les permita ver en todas direcciones, es decir que les permita rodear la estación;
- Para construir una escalera es importante determinar la altura del punto a donde quieren llegar, utilicen la sombra para determinar la altura, tomando como referencia que la sombra proyectada sobre el piso de uno de los miembros del grupo que mide 1.8 metros, es de 1.60 metros, y la sombra de la rama a donde requieren llegar se aleja 6.22 metros.

**Nota:** En el apartado de recursos encontrarán materiales de consulta que les servirán de ayudar para elaborar un plan para resolver cada situación.



Esta actividad consiste en realizar un plan para resolver la situación a la que tendrán que enfrentarse. Analiza y discute con tus compañeros ¿Qué saben del tema?, ¿Qué necesitan para resolverlo?, ¿Cómo lo resolvemos?, ¿Cuál es la hipótesis?, ¿Cuál es el plan?

Desarrolla con tus compañeros una secuencia cronológica de los pasos a seguir para la resolver la situación

#### Materiales de consulta

Lección 1 | Lección 2 | Lección 3 | Lección 4 | Lección 5 | Lección 6 | Lección 7 | Lección 8

Figura E.25: Actividad P7 — Construir un mirador (Elaboración propia)

## Actividad P8 | Construir un puente



### Construir un puente

#### Desarrollo

Los puentes están presentes en numerosos caminos que recorremos a menudo, todos atravesamos algún puente de manera habitual. Éstos cumplen una función muy importante, comunicar dos extremos para salvar algún obstáculo.

Aunque todos los puentes cumplan la misma labor, su morfología ha ido variando a lo largo de la historia y en función de las necesidades. Desde los primeros puentes, realizados con elementos de la naturaleza, pasando por los puentes arco de piedra, de acero y hormigón, colgantes... hasta los puentes atirantados tan de moda en los últimos tiempos ha habido una gran evolución.

A continuación les mostramos un video sobre la construcción de un puente colgante en Perú, analicen y describan los pasos para la construcción de un puente colgante.



Video "El puente de Q'eswachaka": documental corto sobre el proceso de construcción anual del Q'eswachaka por las comunidades quechuas en Huinchiri, Región Cusco, Perú.

Esta actividad consiste en identificar y registrar los pasos de construcción del puente Q'eswachaka.

- ¿Qué fuerzas están principalmente en juego en este tipo de puente, compresión o tensión?
- ¿Cuántos metros de largo mide el puente Q'eswachaka?
- ¿Cómo se llama el río que pasa por debajo del puente?
- ¿De qué materiales está hecho?
- ¿En qué fechas se lleva a cabo el ritual de renovación del puente?
- ¿Cómo puede un puente de hierba ser un ejemplo de innovación y sostenibilidad?

Desarrolla con tus compañeros una secuencia de los pasos a seguir para la construcción de puente.

#### Datos interesantes

- La tensión es una fuerza de tracción y la compresión es una fuerza de empuje;
- En los puentes colgantes, incluido el Q'eswachaka, los cables funcionan a través de la tensión o el estrés resultante de una fuerza de tracción;
- La resistencia a la tracción de los cables de hierba es cuánto pueden estirarse en direcciones opuestas antes de que se rompan;
- La resistencia a la tracción de una cuerda de hierba depende del tipo de hierba, la cantidad de hierba que se usa para hacerla, y cómo se retuerce y se trenza con otras cuerdas;
- El cable más grande del Q'eswachaka es tan grueso como el muslo de un hombre y puede soportar 2.347 kilogramos o 5.175 libras. Esto es más que el peso de un automóvil promedio o el peso combinado de doce llamas.

Figura E.26: Actividad P8 — Construir un puente (Elaboración propia)

## Teorema de Thales

PAUSAR

OCULTAR NOMBRES

Thales fue un gran filósofo y matemático griego. Cuenta la leyenda que en su recorrido por el mediterráneo se encontró con un faraón de Egipto que lo invitó a pasar una temporada en su palacio. Juntos pasaban largos días hablando de Matemática y Astronomía. Una mañana, haciendo una recorrida por el lugar, pasaron por la pirámide de Keops y el faraón le preguntó:

— ¿Cómo podríamos averiguar la altura de esta gran pirámide?

Thales, luego de pensar un largo rato, le respondió:

— Busquemos una vara y dibujemos un círculo cuyo radio sea igual a la longitud de la vara.

Así, dibujaron el círculo y ubicaron la vara en su centro.

— Ahora hay que esperar —dijo el gran filósofo.

— ¿Mucho? —preguntó el faraón.

— Unas cuantas horas —respondió Thales. Y cuando la sombra de la varilla comenzó a tocar el borde del círculo, dijo:

— Ya estamos casi por lograrlo. —Así fue que en el instante en que la sombra de la vara tocó el borde del círculo, el gran matemático dijo:

— ¡Listo! Ahora para saber la altura de la pirámide, ¡solo debemos medir su sombra!

### Preguntas:

a) Intenten describir mediante un dibujo la técnica que utilizó Thales para medir la altura de la pirámide.

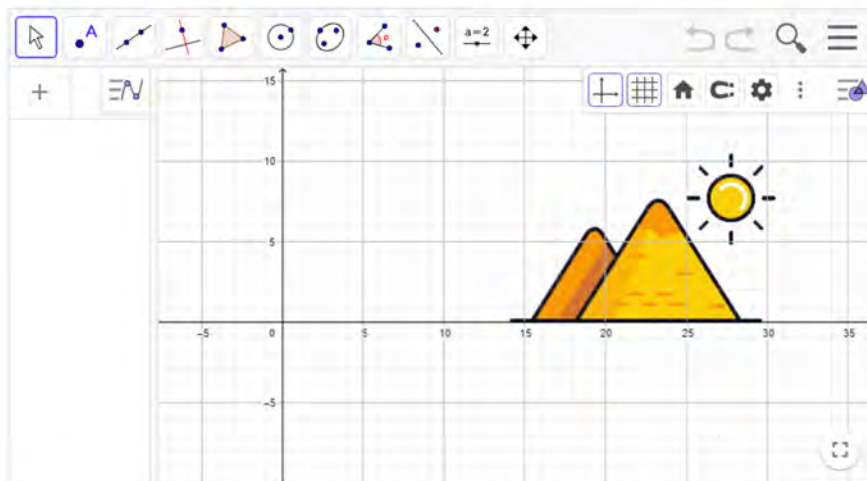
Tarea 1


Progreso del estudiante:




14 de 26


DETALLES



**Tarea 2** Progreso del estudiante:  16 de 26 [DETALLES](#)

b) ¿Por qué Thales llegó a la conclusión de que en un instante determinado la sombra de la pirámide sería igual a su altura?



**Tarea 3** Progreso del estudiante:  16 de 26 [DETALLES](#)

c) ¿Utilizó alguna propiedad matemática?





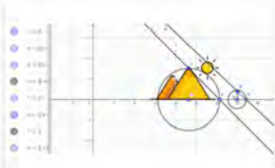

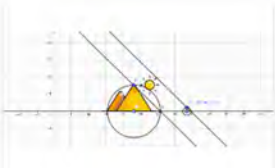
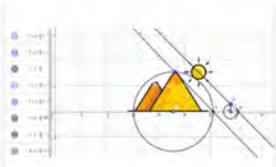
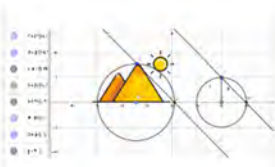


Figura E.27: Actividades con herramientas cognitivas (Elaboración propia)



Tarea 1

PAUSAR

MOSTRAR NOMBRES

 <b>Estudiante 1</b>	 <b>Estudiante 2</b>	 <b>Estudiante 3</b>	 <b>Estudiante 4</b>
 <b>Estudiante 5</b>	 <b>Estudiante 6</b>	 <b>Estudiante 7</b>	 <b>Estudiante 8</b>

b) ¿Por qué Thales llegó a la conclusión de que en un instante determinado la sombra de la pirámide sería igual a su altura?

La sombra tendrá la misma medida que el radio y las líneas son paralelas  <b>Estudiante 1</b>	la sombra y la pirámide y la de la vara tenían la misma distancia y misma proyección de la sombra  <b>Estudiante 2</b>	Porque la sombra de la pirámide y la vara estaban a la misma distancia y la posición del sol influye en la sombra  <b>Estudiante 3</b>	Por el paralelismo  <b>Estudiante 4</b>
de que la sombra de la pirámide y la de vara tenían la misma distancia y la misma proyección de la sombra, al igual influye por la posición del sol.  <b>Estudiante 5</b>	La sombra se forman líneas paralelas y conocíamos el radio de las varas  <b>Estudiante 6</b>	<i>por la similitud</i>  <b>Estudiante 7</b>	Por la similitud de la sombra.  <b>Estudiante 8</b>

Figura E.28: Seguimiento de actividades con herramientas cognitivas (Elaboración propia)

## Segundo teorema de Thales

II PAUSAR

OCULTAR NOMBRES

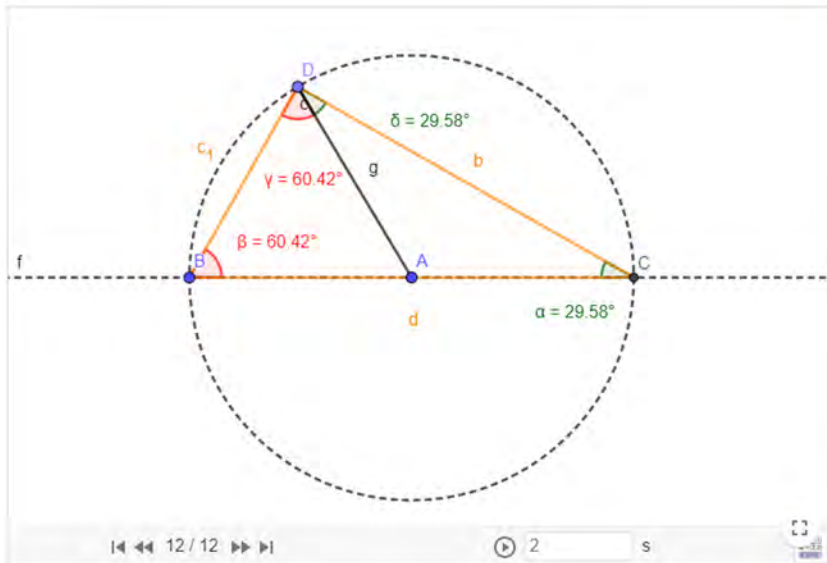
El segundo teorema de Thales plantea que al trazar una circunferencia y seleccionar un punto sobre ella y un diámetro con puntos diferentes a este, el triángulo resultante de estos puntos es rectángulo. El objetivo de esta actividad es la demostración de dicho teorema permitiendo la justificación matemática.

### Tarea 1

Progreso del estudiante:

3 de 16

DETALLES



Trace una circunferencia de centro A y radio cualesquiera.

- Trace un diámetro de la circunferencia BC.
- Coloque un punto en alguna de las dos semicircunferencias D.
- Trace un triángulo con los puntos B, C y D.
- Trace un radio AD.
- Se formó dos triángulos  $\triangle DBA$  y  $\triangle DAC$  que son isósceles porque están formado con los radios BA, AC y AD.
- Entonces  $\alpha = \beta$ , al sumar los ángulos internos del triángulo BDC será:  
 $\alpha + \alpha + \beta + \beta = 2\alpha + 2\beta = 180^\circ$ , por el teorema de los ángulos internos de un triángulo es  $180^\circ$ .
- Al dividir toda la expresión en 2 se obtiene: entonces  $\alpha + \beta = 90$   
 QED.

Sigue los pasos que se indican en la demostración y replica la construcción en el arenero siguiente:

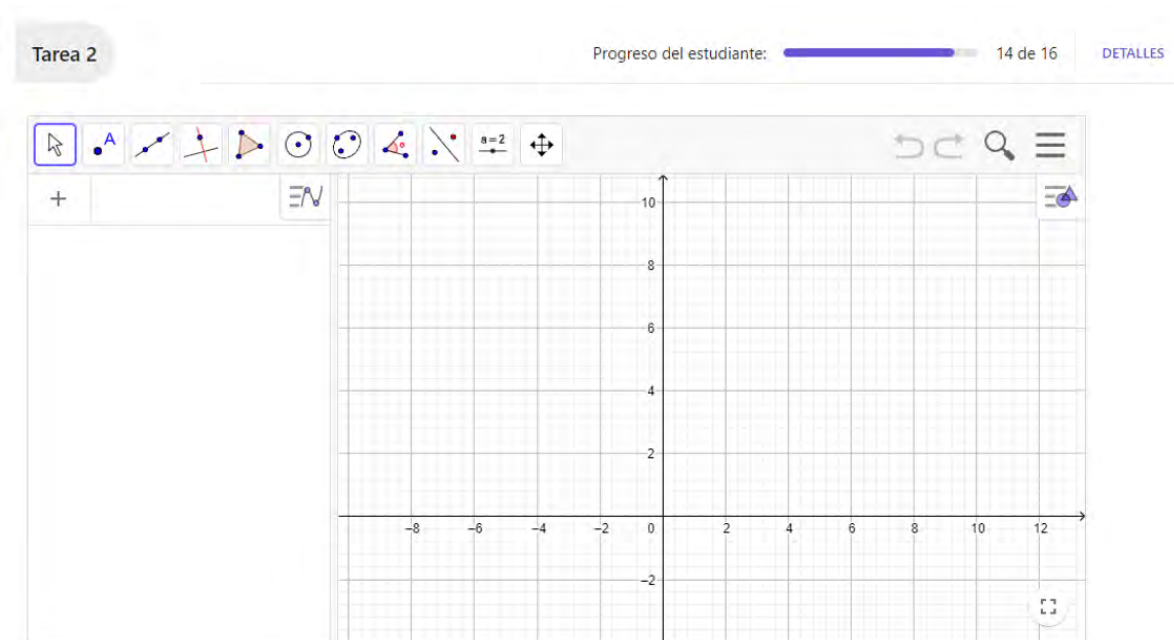


Figura E.29: Actividades con herramientas de representación (Elaboración propia)

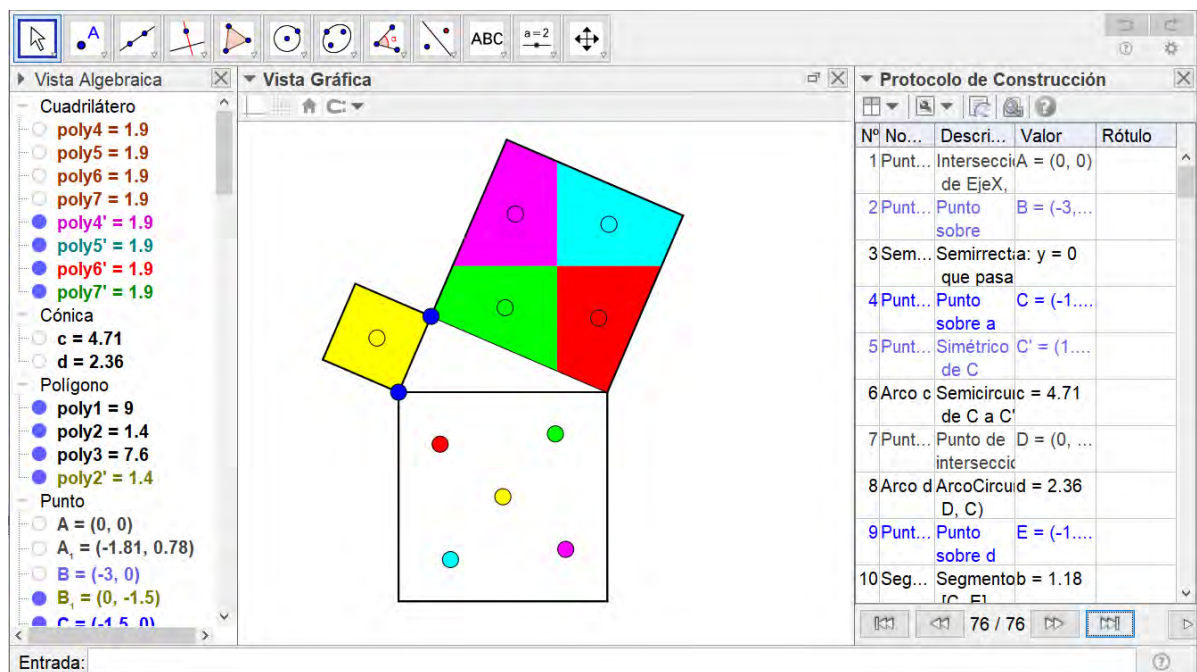


Figura E.30: Desarrollo de pruebas del teorema de Pitágoras (Elaboración propia)

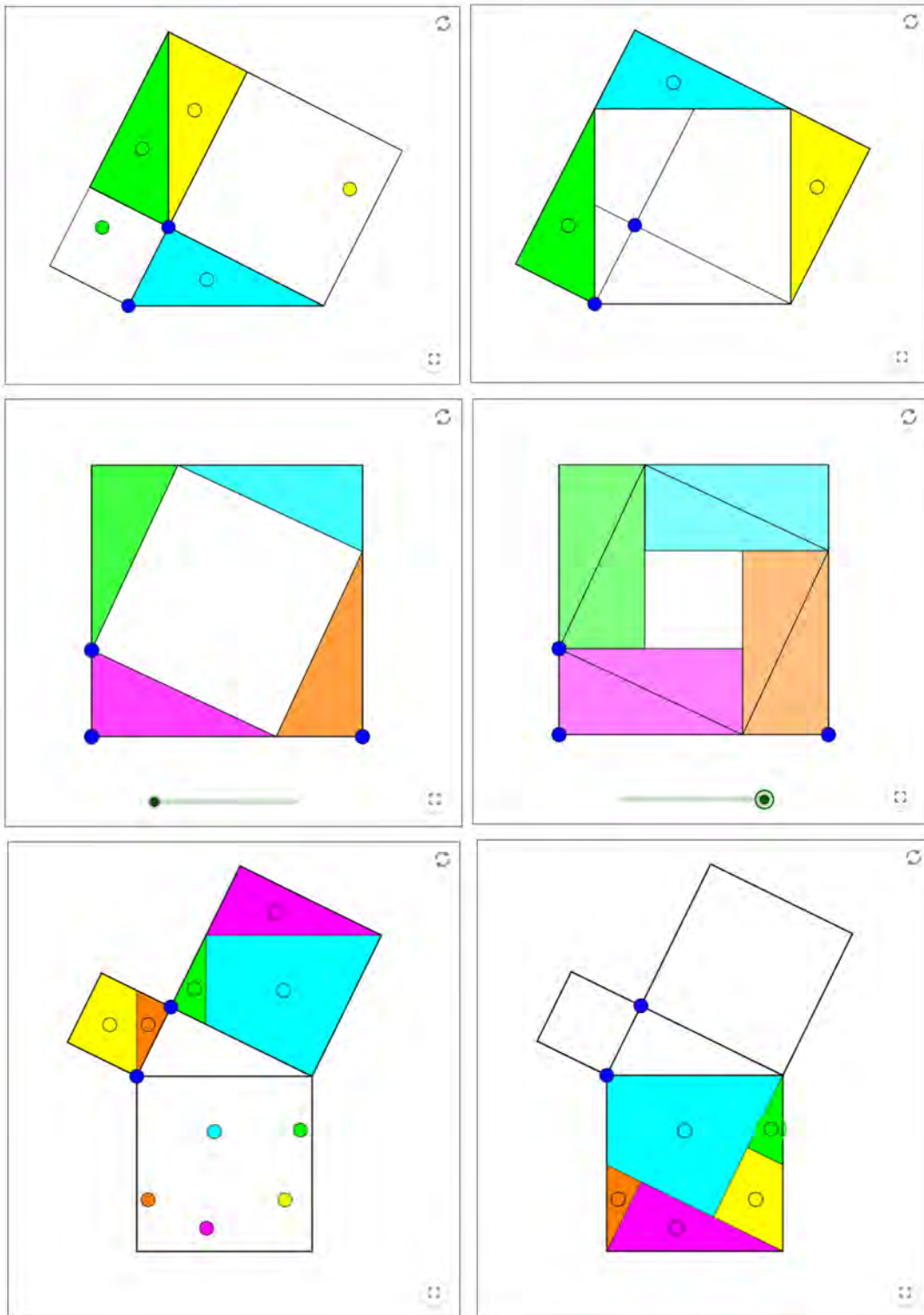


Figura E.31: Trabajos elaborados por los alumnos (Elaboración propia)



## Apéndice F

# Instrumento F

### F.1 Instrumento para la evaluación de la calidad del diseño instruccional del EVAC

Este estudio de investigación tiene una finalidad puramente académica y la participación en él es voluntaria. Los datos de este estudio no se utilizarán para ningún otro fin que no sea este estudio. Además, la identidad de los participantes no se revelará en el informe de investigación ni en los informes publicados que se deriven de este estudio.

Tabla F.1: Demografía del estudio preliminar

Demografía		Estudio preliminar
Genero	Femenino	203
	Masculino	154
Total de la muestra		357
Rango de edades en años de la muestra		29 a 67

Tabla F.2: Frecuencia de respuestas de los participantes del estudio preliminar

Competencias	N	A1	A2	B1	B2	C1	C2
<b>Compromiso profesional</b>							
Comunicación organizativa	357	0	89	200	68	0	0
Colaboración profesional	357	110	200	25	22	0	0
Práctica reflexiva	357	14	110	89	136	8	0
Desarrollo profesional digital continuo (DPC)	357	0	157	110	79	11	0
Total	-	124	556	424	305	19	0

Continúa en la siguiente página. . .

## Continuación

Competencias	N	A1	A2	B1	B2	C1	C2
<b>Contenidos digitales</b>							
Selección de recursos digitales	357	0	89	221	43	4	0
Creación y modificación de recursos digitales	357	0	221	89	47	0	0
Protección, gestión e intercambio de contenidos digitales	357	0	179	136	42	0	0
Total	-	0	486	446	132	4	0
<b>Enseñanza y aprendizaje</b>							
Enseñanza	357	47	221	89	0	0	0
Orientación y apoyo en el aprendizaje	357	179	132	46	0	0	0
Aprendizaje colaborativo	357	0	200	111	32	14	0
Aprendizaje autorregulado	357	43	225	89	0	0	0
Total	-	269	778	335	32	14	0
<b>Evaluación y retroalimentación</b>							
Estrategias de evaluación	357	0	110	157	90	0	0
Analíticas de aprendizaje	357	0	182	139	36	0	0
Retroalimentación, programación y toma de decisiones	357	28	199	110	20	0	0
Total	-	28	491	406	146	0	0
<b>Empoderamiento de los estudiantes</b>							
Accesibilidad e inclusión	357	11	157	189	0	0	0
Personalización	357	137	185	32	3	0	0
Compromiso activo de los estudiantes con su propio aprendizaje	357	146	57	154	0	0	0
Total	-	294	399	375	3	0	0
<b>Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes</b>							
Información y alfabetización mediática	357	0	178	135	44	0	0
Comunicación y colaboración digital	357	0	193	139	25	0	0
Creación de contenido digital	357	0	89	157	111	0	0
Uso responsable	357	68	157	124	8	0	0
Resolución de problemas digitales	357	0	150	185	22	0	0
Total	-	68	767	740	210	0	0

Los detalles generales de la respuesta sobre la descripción de las competencias del “Marco



F.1. INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL DEL EVAC

Común de Competencia Digital Docente” se proporcionan a continuación en la Tabla F.4.

Tabla F.3: Demografía del estudio final

Demografía		Estudio final
Género	Femenino	28
	Masculino	32
Total de la muestra		60
Rango de edades en años de la muestra		29 a 65

Tabla F.4: Frecuencia de respuestas de los participantes del estudio final

Competencias	N	A1	A2	B1	B2	C1	C2
<b>Compromiso profesional</b>							
Comunicación organizativa	60	0	0	9	49	2	0
Colaboración profesional	60	0	0	47	13	0	0
Práctica reflexiva	60	0	0	12	46	2	0
Desarrollo profesional digital continuo (DPC)	60	0	0	0	53	7	0
Total	-	0	0	68	161	9	0
<b>Contenidos digitales</b>							
Selección de recursos digitales	60	0	0	2	9	49	0
Creación y modificación de recursos digitales	60	0	0	0	15	42	3
Protección, gestión e intercambio de contenidos digitales	60	0	0	0	47	13	0
Total	-	0	0	2	71	104	3
<b>Enseñanza y aprendizaje</b>							
Enseñanza	60	0	0	0	44	16	0
Orientación y apoyo en el aprendizaje	60	0	0	0	45	15	0
Aprendizaje colaborativo	60	0	0	0	38	22	0
Aprendizaje autorregulado	60	0	0	0	50	10	0
Total	-	0	0	0	177	63	0
<b>Evaluación y retroalimentación</b>							
Estrategias de evaluación	60	0	0	0	42	16	2
Analíticas de aprendizaje	60	0	0	0	52	8	0
Retroalimentación, programación y toma de decisiones	60	0	0	6	40	14	0
Total	-	0	0	6	134	38	2

Continúa en la siguiente página. . .



Continuación

Competencias	N	A1	A2	B1	B2	C1	C2
<b>Empoderamiento de los estudiantes</b>							
Accesibilidad e inclusión	60	0	0	0	22	38	0
Personalización	60	0	0	7	51	2	0
Compromiso activo de los estudiantes con su propio aprendizaje	60	0	0	6	52	2	0
Total	-	0	0	13	125	42	0
<b>Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes</b>							
Información y alfabetización mediática	60	0	0	0	50	10	0
Comunicación y colaboración digital	60	0	0	0	17	43	0
Creación de contenido digital	60	0	0	0	6	51	3
Uso responsable	60	0	0	0	39	11	10
Resolución de problemas digitales	60	0	0	0	3	39	18
Total	-	0	0	0	115	154	31

A continuación se muestra un cuadro comparativo de la progresión las competencias más comunes a nivel digital que utilizan los profesores en su labor docente después de la intervención.

Tabla F.5: Demografía de los estudios preliminar y final

Demografía		Estudio preliminar	Estudio final
Género	Femenino	203	28
	Masculino	154	32
Total de la muestra		357	60
Rango de edades en años de la muestra		29 a 67	29 a 65

Tabla F.6: Cuadro comparativo entre las tasas de respuesta de los estudios preliminar y final

Elemento de la encuesta	Respuestas	Tasa de respuestas	
		Preliminar	Final
Compromiso profesional	A1	8.68%	0%
	A2	38.93%	0%
	B1	29.69%	28.33%
	B2	21.35%	67.08%
	C1	13.30%	4.59%
	C2	0%	0%

Continúa en la siguiente página...

F.1. INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL DEL EVAC

Continuación

Elemento de la encuesta	Respuestas	Tasa de respuestas	
		Preliminar	Final
Contenidos digitales	A1	0%	0%
	A2	45.37%	0%
	B1	41.64%	1.11%
	B2	12.32%	39.44%
	C1	0.37%	57.77%
	C2	0%	1.68%
Enseñanza y aprendizaje	A1	18.83%	0%
	A2	54.48%	0%
	B1	23.46%	0%
	B2	2.24%	73.75%
	C1	0.98%	26.25%
	C2	0%	0%
Evaluación y retroalimentación	A1	2.61%	0%
	A2	45.84%	0%
	B1	37.90%	3.33%
	B2	13.63%	74.44%
	C1	0%	21.11%
	C2	0%	1.12%
Empoderamiento de los estudiantes	A1	27.45%	0%
	A2	37.25%	0%
	B1	35.02%	7.22%
	B2	0.28%	69.44%
	C1	0%	23.37%
	C2	0%	0%
Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes	A1	3.81%	0%
	A2	42.97%	0%
	B1	41.46%	0%
	B2	11.76%	38.33%
	C1	0%	51.33%
	C2	0%	10.34%

## F.2 Resultado de la evaluación del modelo

La evaluación de los aspectos del diseño instruccional descritos en el capítulo 6, corresponden a los estándares generales definidos por *Quality Matters* (2018) para la evaluación de espacios virtuales de aprendizaje.

### F.2.1 Categorías y criterios de análisis

Las categorías definidas para el desarrollo de esta parte de la investigación corresponden a los aspectos del diseño instruccional descritos en el capítulo 6, estas corresponden a los estándares generales definidos por *Quality Matters* (2018) para la evaluación de espacios virtuales de aprendizaje, que además de ser un instrumento adecuado para los fines de la investigación, de los instrumentos consultados, cuenta con la actualización más reciente. Dichas categorías se definen a continuación.

Tabla F.7: Definición de categorías de análisis

Categorías	Definición
Introducción y descripción general del espacio académico	Se consideran los aspectos generales del espacio académico, los requisitos mínimos, las orientaciones para el abordaje del curso, los tiempos y las fechas de las actividades y su pertinencia para el perfil profesional que se propone del programa.
Objetivos de aprendizaje	Determina si los objetivos de aprendizaje del espacio académico son medibles, si están escritos desde la perspectiva del estudiante, y su coherencia con el nivel y actividades propuestas en el espacio académico.
Evaluación y medición	Relacionada con las evaluaciones y la relación entre estas y lo propuesto en los objetivos de aprendizaje, considera aspectos asociados con las valoraciones, los instrumentos utilizados, la política de evaluación y los criterios descriptivos necesarios para que los estudiantes identifiquen y conozcan cómo serán valorados sus trabajos y avances.
Materiales	Considerada como la categoría en la que se analiza los recursos que hacen parte del espacio académico, la variedad, la relación entre estos y los objetivos de aprendizaje y la referenciación del material.

Continúa en la siguiente página...

Continuación

<b>Categorías</b>	<b>Definición</b>
Actividades del espacio académico e interacción del estudiante	Determina si las actividades de aprendizaje brindan al estudiante la oportunidad de cumplir los objetivos de aprendizaje, si las tareas apoyan el aprendizaje activo y las consideraciones dentro del plan de acompañamiento del tutor para interactuar con los estudiantes.
Tecnología del espacio académico.	Aborda cómo las tecnologías del curso apoyan los objetivos y promueven el aprendizaje activo y la participación de los estudiantes.
Apoyo al estudiante	Se consideran los aspectos asociados al apoyo que se le ofrece al estudiante en temas asociados con el asesoramiento y refuerzo académico para aportar al alcance de los objetivos de aprendizaje del curso.
Accesibilidad y usabilidad	Determina si la navegación y las características del espacio académico permiten una experiencia que fomenta el aprendizaje y proporcionan diferentes formatos de los materiales para satisfacer las necesidades particulares de los estudiantes (consulta sin internet, impresión de los materiales, entre otros).

Las frecuencias de las respuestas obtenidas para cada ítem del cuestionario se muestran a continuación en la Tabla 7.4

TA = Totalmente de Acuerdo; DA = De Acuerdo; IN = Indiferente o Neutro; ED = En Desacuerdo; TD = Totalmente en Desacuerdo

Tabla F.8: Resultados de la evaluación del modelo de diseño instruccional propuesto.

<b>Criterio sobre el desempeño</b>	<b>N</b>	<b>TA</b>	<b>DA</b>	<b>IN</b>	<b>ED</b>	<b>TD</b>
<b>Introducción y descripción general del espacio académico</b>						
Las instrucciones dejan claro cómo comenzar y dónde encontrar varios componentes del espacio académico.	60	42	18	0	0	0
Se indica la relevancia del espacio académico para el desarrollo del perfil profesional.	60	34	25	1	0	0

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Criterio sobre el desempeño	N	TA	DA	IN	ED	TD
Se establecen claramente las políticas del espacio académico y/o institucionales con las que se espera que el estudiante cumpla, o se proporciona un enlace al reglamento estudiantes.	60	43	17	0	0	0
Los requisitos mínimos de tecnología están claramente establecidos y se proporcionan instrucciones de uso.	60	42	18	0	0	0
La auto introducción por parte del instructor es adecuada y está disponible en línea.	60	16	35	9	0	0
Se les pide a los estudiantes que se presenten en el espacio académico.	60	0	0	14	39	7
Se presentan las horas de trabajo que el estudiante deberá dedicar cada semana para el trabajo del espacio académico.	60	43	17	0	0	0
Se cuenta con un calendario con las fechas de cada una de las actividades, tareas y evaluaciones del espacio académico se anotan claramente y tienen un orden lógico y secuencial.	60	47	13	0	0	0
<b>Objetivos de aprendizaje</b>						
Los objetivos de aprendizaje del espacio académico, o las competencias del espacio académico, describen los resultados que se pueden medir.	60	38	22	0	0	0
Los objetivos o competencias de aprendizaje del módulo/unidad describen los resultados que son mensurables y consistentes con los objetivos o competencias del nivel del espacio académico.	60	36	24	0	0	0
Todos los objetivos o competencias de aprendizaje se expresan claramente y se escriben desde la perspectiva del estudiante.	60	28	32	0	0	0
La relación entre los objetivos o competencias de aprendizaje y las actividades del espacio académico se establece claramente.	60	42	18	0	0	0

Continúa en la siguiente página. . .

F.2. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO

Continuación

Criterio sobre el desempeño	N	TA	DA	IN	ED	TD
Los logros del aprendizaje que se espera para cada espacio académico son resumidos claramente, en una declaración académica.	60	16	36	8	0	0
Se formulan objetivos particulares para las diferentes secciones, módulos o temas que comprende el espacio académico.	60	43	17	0	0	0
Los objetivos específicos guardan relación con los diferentes contenidos.	60	43	17	0	0	0
<b>Evaluación y medición</b>						
Las evaluaciones miden los objetivos o competencias de aprendizaje establecidos.	60	36	24	0	0	0
El sistema permite establecer el tiempo de evaluación de los exámenes.	60	47	13	0	0	0
Se exponen los criterios que serán usados para valorar la participación en actividades, tareas y en grupos de discusión.	60	46	14	0	0	0
Se les expone a los estudiantes los requisitos necesarios para la aprobación del espacio académico.	60	52	8	0	0	0
En la evaluación, se utilizan tareas individuales, colaborativas y comunicativas.	60	55	5	0	0	0
Las tareas están claramente formuladas.	60	33	22	5	0	0
Las tareas son explicadas adecuadamente para los estudiantes.	60	35	22	3	0	0
Los instrumentos de evaluación seleccionados son secuenciados y variados para el trabajo del estudiante evaluado.	60	38	22	0	0	0
Se evalúa el trabajo individual y el trabajo colaborativo.	60	43	17	0	0	0
En las actividades de evaluación, se utilizan preguntas cerradas, abiertas, socráticas y de aplicación.	60	34	26	0	0	0
Existe una evaluación inicial para conocer los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema del espacio académico.	60	0	0	13	39	8

Continúa en la siguiente página. . .

## Continuación

Criterio sobre el desempeño	N	TA	DA	IN	ED	TD
Se presentan estrategias de evaluación que responden, en concreto, a una integración e interpretación del conocimiento, a una transferencia de dicho conocimiento a otros contextos o a una propuesta que demuestre la creatividad o criticidad de los participantes.	60	46	14	0	0	0
Los contenidos contienen ejercicios de autoevaluación.	60	0	0	15	40	5
La corrección de las actividades de evaluación incluye una retroalimentación de parte del tutor.	60	39	21	0	0	0
La evaluación de los aprendizajes del espacio académico se presenta como una selección de productos de las actividades y logros de aprendizaje que alcanzan los estudiantes a partir de la interacción con: el contenido de estudio, los compañeros y el tutor.	60	49	11	0	0	0
El progreso de los estudiantes y sus logros son monitorizados y evaluados.	60	55	5	0	0	0
La política de calificación del espacio académico se establece claramente.	60	50	10	0	0	0
Los criterios de evaluación son específicos.	60	42	18	0	0	0
Los criterios de evaluación son descriptivos.	60	46	14	0	0	0
Los criterios de evaluación están en concordancia con la política de calificación.	60	35	25	0	0	0
<b>Materiales</b>						
Todos los materiales de instrucción utilizados en el espacio académico son citados según sistema de normas APA.	60	60	0	0	0	0
Los materiales de instrucción son actuales.	60	51	9	0	0	0
Los espacios académicos ofrecen varias alternativas de materiales de instrucción.	60	43	17	0	0	0
La distinción entre los materiales requeridos y opcionales está claramente explicada.	60	38	22	0	0	0
<b>Aprendizaje basado en simulaciones</b>						

Continúa en la siguiente página...

## Continuación

Criterio sobre el desempeño	N	TA	DA	IN	ED	TD
El uso de simuladores promueve una mejor comprensión de los conceptos.	60	54	6	0	0	0
Los simuladores proveen un espacio de reflexión y análisis.	60	54	6	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite una espacio óptimo para la comprobación de hipótesis.	60	49	11	0	0	0
Las simulaciones como herramienta cognitiva permiten la flexibilidad cognitiva .	60	39	21	0	0	0
Las simulaciones permiten una adecuada representación de un problema.	60	43	17	0	0	0
Los modelos subyacentes de las simulaciones permiten vincular los fenómenos reales con los modelos matemáticos.	60	52	8	0	0	0
Los modelos subyacentes de las simulaciones permiten una retroalimentación directa para el estudiante .	60	51	9	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite una espacio óptimo para la exploración.	60	46	14	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite múltiples representaciones de la realidad.	60	52	8	0	0	0
El aspecto dinámico de la simulación permite el desarrollo de comunidades de práctica.	60	19	32	3	6	0
La simulación permite la contextualización óptima de problemas.	60	38	22	0	0	0
Las simulaciones como herramienta cognitiva permiten una adecuada representación o esquematización de los problemas.	60	43	17	0	0	0
Los modelos subyacentes en la simulación permiten crear objetos flexibles y dinámicos para la evaluación	60	29	31	0	0	0
El carácter de temporalidad de la simulación permite predecir resultados de eventos futuros	60	42	18	0	0	0

Continúa en la siguiente página. . .



## Continuación

Criterio sobre el desempeño	N	TA	DA	IN	ED	TD
El carácter de temporalidad de la simulación permite detener un fenómeno para la observación y estudio.	60	46	13	0	0	0
El carácter dinámico la simulación permite vincular la causa con el efecto.	60	43	17	0	0	0
<b>Actividades del espacio académico e interacción del estudiante</b>						
Hay presencia de actividades de aprendizaje colaborativas (trabajo en grupo).	60	23	37	0	0	0
Hay presencia de actividades individuales o tareas.	60	51	9	0	0	0
El plan del instructor para el tiempo de respuesta en el aula y los comentarios sobre las tareas está claramente establecido.	60	26	26	11	0	0
La proporción entre estudiantes y tutores permite el manejo comunicativo y la interacción.	60	34	23	3	0	0
Las consignas conservan el buen trato y la cordialidad en la expresión escrita.	60	20	33	7	0	0
Se proponen diversas actividades, adaptadas a las diferentes estrategias de aprendizaje (simulaciones, estudios de caso...).	60	53	7	0	0	0
Las preguntas generadoras para el foro promueven la interacción con el contenido y con los demás participantes.	60	32	23	5	0	0
Se ofrecen varias opciones de horarios para los encuentros sincrónicos.	60	47	13	0	0	0
Las preguntas generadoras del encuentro sincrónico son claras y coherentes.	60	0	0	20	32	8
Se cuenta con un protocolo para los encuentros de cada encuentro sincrónico.	60	47	13	0	0	0
Se presenta un resumen de cada encuentro sincrónico realizado.	60	0	0	16	37	7
Se plantean actividades que fomentan la comunicación, trabajo colaborativo e intercambio entre los implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	60	39	21	0	0	0

Continúa en la siguiente página...

Continuación

Criterio sobre el desempeño	N	TA	DA	IN	ED	TD
Las actividades de aprendizaje son congruentes con la metodología propuesta en el diseño del espacio académico.	60	44	16	0	0	0
Las actividades de aprendizaje brindan oportunidades de interacción que respaldan el aprendizaje activo.	60	38	22	0	0	0
Hay presencia de actividades de aprendizaje comunicativas (foros de discusión, chats, juego de roles, etc.).	60	52	8	0	0	0
<b>Tecnología del espacio académico</b>						
Las herramientas utilizadas en el espacio académico respaldan los objetivos y competencias de aprendizaje.	60	48	12	0	0	0
Se dispone de un sistema fiable para el registro de calificaciones.	60	55	5	0	0	0
Las tecnologías requeridas en el espacio académico son fáciles de obtener.	60	23	37	0	0	0
Las tecnologías del espacio académico son actuales.	60	47	13	0	0	0
<b>Apoyo al estudiante</b>						
Los espacios académicos cuentan con vínculos para que el estudiante obtenga soporte técnico.	60	0	0	15	37	8
Las instrucciones del espacio académico articulan o vinculan a las políticas y servicios de accesibilidad de la institución.	60	23	27	10	0	0
Las instrucciones del espacio académico ofrecen vínculos que ofrecen información acerca de los servicios de apoyo académico para que los estudiantes logren con éxito los objetivos propuestos.	60	0	0	15	40	5
<b>Accesibilidad y usabilidad</b>						
El espacio académico proporciona medios alternativos de acceso a los materiales del espacio académico en formatos que satisfacen las necesidades de diversos estudiantes.	60	33	24	3	0	0

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Criterio sobre el desempeño	N	TA	DA	IN	ED	TD
Se dispone de sistemas de evaluación alternativos para los estudiantes que no disponen de acceso permanente a internet.	60	19	34	7	0	0
Existen opciones que permiten imprimir los contenidos.	60	23	37	0	0	0
El diseño del espacio académico facilita la legibilidad.	60	22	27	11	0	0

Si los datos individuales de Likert pueden considerarse como ordinales o de intervalo es un tema de desacuerdo. Muchos investigadores consideran tales elementos solo como datos ordinales, porque, especialmente cuando se usan solo cinco niveles, no se puede asumir que los encuestados perciben todos los pares de niveles adyacentes como equidistantes. En este estudio, los datos se consideran ordinales ya que las puntuaciones 1-5 solo nos dicen que los estudiantes con respuestas de mayor número están más de acuerdo con la declaración del ítem que aquellos con las respuestas de menor número.

Aunque es tentador usar la Media para determinar la tendencia central de los datos de la escala Likert, una medida más apropiada para usar es la Moda (o la respuesta más frecuente). Por lo tanto, previo a la valoración se realizó el análisis de la información recolectada en el instrumento de encuesta aplicado a los profesores participantes, clasificando las respuestas dadas por ellos en dos grupos:

Respuestas positivas para aquellos que respondían “Totalmente de Acuerdo” y “De Acuerdo” y respuestas no positivas para “En Desacuerdo”, “Totalmente en Desacuerdo” y “Indiferente o Neutro”. La información organizada se presenta en la tabla 7.6.

Para el caso del análisis del “entornos virtuales de aprendizaje combinado basado en simulación” se estableció una escala cualitativa como se mencionó en apartado de evaluación del modelo en el capítulo 2 para establecer el grado de cumplimiento de los criterios de acuerdo con lo siguiente:

F.2. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO

Nivel de cumplimiento	Límite inferior	Límite superior
Se cumple plenamente	90%	100%
Se cumple en alto grado	80%	89%
Se cumple aceptablemente	60%	79%
Se cumple insatisfactoriamente	30%	59%
Se incumple plenamente	0%	29%

Tabla F.9: Valoración de la calidad del modelo de diseño instruccional propuesto.

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
<b>Introducción y descripción general del espacio académico</b>				
Las instrucciones dejan claro cómo comenzar y dónde encontrar varios componentes del espacio académico.	60	100%	0	0%
Se indica la relevancia del espacio académico para el desarrollo del perfil profesional.	59	98.33%	1	1.66%
Se establecen claramente las políticas del espacio académico y/o institucionales con las que se espera que el estudiante cumpla, o se proporciona un enlace al reglamento estudiantes.	60	100%	0	0%
Los requisitos mínimos de tecnología están claramente establecidos y se proporcionan instrucciones de uso.	60	100%	0	0%
La auto introducción por parte del instructor es adecuada y está disponible en línea.	51	85%	9	15%
Se les pide a los estudiantes que se presenten en el espacio académico.	0	0%	60	100%
Se presentan las horas de trabajo que el estudiante deberá dedicar cada semana para el trabajo del espacio académico.	60	100%	0	0%
Se cuenta con un calendario con las fechas de cada una de las actividades, tareas y evaluaciones del espacio académico se anotan claramente y tienen un orden lógico y secuencial.	60	100%	0	0%

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
<b>Objetivos de aprendizaje</b>				
Los objetivos de aprendizaje del espacio académico, o las competencias del espacio académico, describen los resultados que se pueden medir.	60	100%	0	0%
Los objetivos o competencias de aprendizaje del módulo/unidad describen los resultados que son mensurables y consistentes con los objetivos o competencias del nivel del espacio académico.	60	100%	0	0%
Todos los objetivos o competencias de aprendizaje se expresan claramente y se escriben desde la perspectiva del estudiante.	60	100%	0	0%
La relación entre los objetivos o competencias de aprendizaje y las actividades del espacio académico se establece claramente.	60	100%	0	0%
Los logros del aprendizaje que se espera para cada espacio académico son resumidos claramente, en una declaración académica.	52	86.66%	8	13.33%
Se formulan objetivos particulares para las diferentes secciones, módulos o temas que comprende el espacio académico.	60	100%	0	0%
Los objetivos específicos guardan relación con los diferentes contenidos.	60	100%	0	0%
<b>Evaluación y medición</b>				
Las evaluaciones miden los objetivos o competencias de aprendizaje establecidos.	60	100%	0	0%
El sistema permite establecer el tiempo de evaluación de los exámenes.	60	100%	0	0%
Se exponen los criterios que serán usados para valorar la participación en actividades, tareas y en grupos de discusión.	60	100%	0	0%

Continúa en la siguiente página. . .

F.2. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO

Continuación

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
Se les expone a los estudiantes los requisitos necesarios para la aprobación del espacio académico.	60	100%	0	0%
En la evaluación, se utilizan tareas individuales, colaborativas y comunicativas.	60	100%	0	0%
Las tareas están claramente formuladas.	55	91.67%	5	8.33%
Las tareas son explicadas adecuadamente para los estudiantes.	57	95%	3	5%
Los instrumentos de evaluación seleccionados son secuenciados y variados para el trabajo del estudiante evaluado.	60	100%	0	0%
Se evalúa el trabajo individual y el trabajo colaborativo.	60	100%	0	0%
En las actividades de evaluación, se utilizan preguntas cerradas, abiertas, socráticas y de aplicación.	60	100%	0	0%
Existe una evaluación inicial para conocer los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema del espacio académico.	0	0%	60	100%
Se presentan estrategias de evaluación que responden, en concreto, a una integración e interpretación del conocimiento, a una transferencia de dicho conocimiento a otros contextos o a una propuesta que demuestre la creatividad o criticidad de los participantes.	60	100%	0	0%
Los contenidos contienen ejercicios de autoevaluación.	0	0%	60	100%
La corrección de las actividades de evaluación incluye una retroalimentación de parte del tutor.	60	100%	0	0%

Continúa en la siguiente página. . .

Continuación

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
La evaluación de los aprendizajes del espacio académico se presenta como una selección de productos de las actividades y logros de aprendizaje que alcanzan los estudiantes a partir de la interacción con: el contenido de estudio, los compañeros y el tutor.	60	100%	0	0%
El progreso de los estudiantes y sus logros son monitorizados y evaluados.	60	100%	0	0%
La política de calificación del espacio académico se establece claramente.	60	100%	0	0%
Los criterios de evaluación son específicos.	60	100%	0	0%
Los criterios de evaluación son descriptivos.	60	100%	0	0%
Los criterios de evaluación están en concordancia con la política de calificación.	60	100%	0	0%
<b>Materiales</b>				
Todos los materiales de instrucción utilizados en el espacio académico son citados según sistema de normas APA.	60	100%	0	0%
Los materiales de instrucción son actuales.	60	100%	0	0%
Los espacios académicos ofrecen varias alternativas de materiales de instrucción.	60	100%	0	0%
La distinción entre los materiales requeridos y opcionales está claramente explicada.	60	100%	0	0%
<b>Aprendizaje basado en Simulación</b>				
El uso de simuladores promueve una mejor comprensión de los conceptos.	60	100%	0	0%
Los simuladores proveen un espacio de reflexión y análisis.	60	100%	0	0%
El aspecto dinámico de la simulación permite un espacio óptimo para la comprobación de hipótesis.	60	100%	0	0%
Las simulaciones como herramienta cognitiva permiten la flexibilidad cognitiva.	60	100%	0	0%

Continúa en la siguiente página...

Continuación

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
Las simulaciones permiten una adecuada representación de un problema.	60	100%	0	0%
Los modelos subyacentes de las simulaciones permiten vincular los fenómenos reales con los modelos matemáticos.	60	100%	0	0%
Los modelos subyacentes de las simulaciones permiten una retroalimentación directa para el estudiante.	60	100%	0	0%
El aspecto dinámico de la simulación permite un espacio óptimo para la exploración.	60	100%	0	0%
El aspecto dinámico de la simulación permite múltiples representaciones de la realidad.	60	100%	0	0%
El aspecto dinámico de la simulación permite el desarrollo de comunidades de práctica.	51	85%	9	15%
La simulación permite la contextualización óptima de problemas.	60	100%	0	0%
Las simulaciones como herramienta cognitiva permiten una adecuada representación o esquematización de los problemas.	60	100%	0	0%
Los modelos subyacentes en la simulación permiten crear objetos flexibles y dinámicos para la evaluación.	60	100%	0	0%
El carácter de temporalidad de la simulación permite predecir resultados de eventos futuros.	60	100%	0	0%
El carácter de temporalidad de la simulación permite detener un fenómeno para la observación y estudio.	60	100%	0	0%
El carácter dinámico de la simulación permite vincular la causa con el efecto.	60	100%	0	0%
<b>Actividades del espacio académico e interacción del estudiante</b>				

Continúa en la siguiente página...



Continuación

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
Hay presencia de actividades de aprendizaje colaborativas (trabajo en grupo).	60	100%	0	0%
Hay presencia de actividades individuales o tareas.	60	100%	0	0%
El plan del instructor para el tiempo de respuesta en el aula y los comentarios sobre las tareas está claramente establecido.	49	81.67%	11	18.33%
La proporción entre estudiantes y tutores permite el manejo comunicativo y la interacción.	57	95%	3	5%
Las consignas conservan el buen trato y la cordialidad en la expresión escrita.	53	88.33%	7	11.67%
Se proponen diversas actividades, adaptadas a las diferentes estrategias de aprendizaje (simulaciones, estudios de caso...).	60	100%	0	0%
Las preguntas generadoras para el foro promueven la interacción con el contenido y con los demás participantes.	55	91.67%	5	8.33%
Se ofrecen varias opciones de horarios para los encuentros sincrónicos.	60	100%	0	0%
Las preguntas generadoras del encuentro sincrónico son claras y coherentes.	0	0%	60	100%
Se cuenta con un protocolo para los encuentros de cada encuentro sincrónico.	60	100%	0	0%
Se presenta un resumen de cada encuentro sincrónico realizado.	0	0%	60	100%
Se plantean actividades que fomentan la comunicación, trabajo colaborativo e intercambio entre los implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	60	100%	0	0%
Las actividades de aprendizaje son congruentes con la metodología propuesta en el diseño del espacio académico.	60	100%	0	0%

Continúa en la siguiente página...

Continuación

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
	Las actividades de aprendizaje brindan oportunidades de interacción que respaldan el aprendizaje activo.	60	100%	0
Hay presencia de actividades de aprendizaje comunicativas (foros de discusión, chats, juego de roles, etc.).	60	100%	0	0%
<b>Tecnología del espacio académico</b>				
Las herramientas utilizadas en el espacio académico respaldan los objetivos y competencias de aprendizaje.	60	100%	0	0%
Se dispone de un sistema fiable para el registro de calificaciones.	60	100%	0	0%
Las tecnologías requeridas en el espacio académico son fáciles de obtener.	60	100%	0	0%
Las tecnologías del espacio académico son actuales.	60	100%	0	0%
<b>Apoyo al estudiante</b>				
Los espacios académicos cuentan con vínculos para que el estudiante obtenga soporte técnico.	0	0%	60	100%
Las instrucciones del espacio académico articulan o vinculan a las políticas y servicios de accesibilidad de la institución.	50	83.33%	10	16.67%
Las instrucciones del espacio académico ofrecen vínculos que ofrecen información acerca de los servicios de apoyo académico para que los estudiantes logren con éxito los objetivos propuestos.	0	0%	60	100%
<b>Accesibilidad y usabilidad</b>				
El espacio académico proporciona medios alternativos de acceso a los materiales del espacio académico en formatos que satisfacen las necesidades de diversos estudiantes.	57	95%	3	5%

Continúa en la siguiente página...

Continuación

Criterio sobre el desempeño	Respuestas Positivas		Respuestas no Positivas	
Se dispone de sistemas de evaluación alternativos para los estudiantes que no disponen de acceso permanente a internet.	53	88.33%	7	11.67%
Existen opciones que permiten imprimir los contenidos.	60	100%	0	0%
El diseño del espacio académico facilita la legibilidad.	49	81.67%	11	18.33%

El análisis de la percepción de las competencias digitales de los profesores va ganando sentido en tanto que el grado de competencia será lo que permita al profesorado una aplicación pedagógica de las TIC en el aula, así lo han mostrado estudios anteriores. En la mayoría de los estudio se evidencia que no es posible para el profesor desarrollar las competencias digitales de sus estudiantes si él mismo no tiene un dominio suficiente de estos modelos (González, Espuny, de Cid y Gisbert, 2012).

Los resultados obtenidos en el estudio comparativo de dichas competencias son evidencias empíricas significativas. Aunque el estudio presentado tiene sus limitaciones, muestra que en el contexto de la pandemia por COVID 19, obligo a los profesores a incursionar en los modelos de educación a distancia, lo que sin duda transformó positivamente la manera de entender lo que están haciendo y su función docente. Sin embargo, un nivel de suficiencia de los conocimiento tecnológico/pedagógico no permite enseñar de forma eficiente una materia superando el conocimiento aislado de tecnología, contenido y pedagogía sin dominar dichas competencias.

La intervención realizada demostró de forma significativa que un adecuado diseño instruccional para la educación a distancia no solo tiene un impacto positivo en las habilidades y competencias del docente, sino que además es necesario para el desarrollo de las actividades que se realizan dentro del mismo entorno de aprendizaje.

El siguiente instrumento pretende comprender la eficacia del modelo de Entornos Virtuales de Aprendizaje Combinado basado en Simuladores diseñado y desarrollado en la investigación por Cesar E. Pedroza González. No pretende en lo absoluto medir, ni posicionar sus conocimientos en esta materia. Sólo pretendemos obtener datos generales sobre la pertinencia del modelo. Esto es esencial para proporcionarle una formación que le permita alcanzar más o menos el mismo nivel de habilidades requerido para este estudio. Por favor, responda a cada punto lo

más sinceramente posible. Gracias por su tiempo.



# Referencias

Aldrich, C. (2003).

*Simulaciones y el futuro del aprendizaje: un enfoque innovador (y quizás revolucionario) del aprendizaje electrónico.*

John Wiley & Sons.

Allen, W. C. (2006).

Overview and evolution of the addie training system.

*Advances in Developing Human Resources*, 8(4):430–441.

Anderson, T. and Kanuka, H. (1999).

Using constructivism in technology-mediated learning: Constructing order out of the chaos in the literature.

Artime, I. H. and Gutiérrez, A. F. (2018).

Aprendizaje situado en el diseño de entornos virtuales de aprendizaje: una experiencia de aprendizaje entre pares en una comunidad de práctica.

*Aula abierta*, 47(3):347–354.

Balci, O. (1998).

Verification, validation, and testing.

*Handbook of simulation*, 10(8):335–393.

Barrios, B. (2018).

La epistemología genética de jean piaget (<sup>1</sup>).

Barrows, Howard S & Tamblyn, R. M. et al. (1980).

*Problem-based learning: An approach to medical education*, volume 1.

Springer Publishing Company.

Barsalou, L. W. (2008).

Grounded cognition.

*Annu. Rev. Psychol.*, 59:617–645.

- Berná, J., Pérez, M., and Crespo, L. (2002).  
 Redes de computadores para ingenieros en informática.  
*Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante.*
- Bernat, Christine & Mueller, R. J. (2013).  
*Aprendizaje individualizado con tecnología: satisfacer las necesidades de los estudiantes de secundaria.*  
 R & L Education.
- Bisquerra Alzina, R. (2004).  
*Metodología de la investigación educativa.*  
 La muralla.
- Bloom, B. S. et al. (1956).  
 Taxonomy of educational objectives. vol. 1: Cognitive domain.  
*New York: McKay, 20(24):1.*
- Boehm, B. W. (1988).  
 A spiral model of software development and enhancement.  
*Computer, 21(5):61–72.*
- Boekaerts, M., Pintrich, P. R., and Zeidner, M. (2000).  
 Self-regulation: An introductory overview.  
*Handbook of self-regulation, pages 1–9.*
- Bogdan, R. and Biklen, S. K. (1997).  
*Qualitative research for education.*  
 Allyn & Bacon Boston, MA.
- Boland Jr, R. J. (1985).  
 10 phenomenology: a preferred approach to research in information systems.  
*Research Methods in Information Systems, Amsterdam: North-Holland, pages 181–90.*
- Botha, J., van der Westhuizen, D., and De Swardt, E. (2005).  
 Towards appropriate methodologies to research interactive learning: Using a design experiment to assess a learning programme for complex thinking development.  
*International Journal of Education and Development using ICT, 1(2):105–117.*
- Branch, R. M. and Kopcha, T. J. (2014).  
 Instructional design models.  
 In *Handbook of research on educational communications and technology*, pages 77–87. Springer.
- Bransford, J., Brown, A., and Cocking, R. (2000).

- How people learn: Brain, mind, experience, and school. washington: National academies press.
- Broderick, C. L. (2001).  
What is instructional design.  
*Retrieved October, 19:2008.*
- Bruner, J. S. (1961).  
The act of discovery.
- Brunet, I. and Pizzi, A. (2013).  
La delimitación sociológica de la juventud.  
*Última década, 21(38):11–36.*
- Bryman, H. and Burgess, R. (1999).  
Qualitative research methodology: A review.
- Calderón, C. and Fernández de Sanmamed, M. J. (2008).  
Investigación cualitativa en atención primaria.  
*Atención primaria. Conceptos, organización y práctica clínica, 6.*
- Cannon-Bowers, J. A. and Bowers, C. A. (2008).  
Synthetic learning environments.  
*Handbook of research on educational communications and technology, 3:317–327.*
- Carlile, O. and Jordan, A. (2005).  
Conference of classroom? the place of pedagogy.  
*Studies in Teacher Education: Psychopedagogy, page 45.*
- Check, J. and Schutt, R. K. (2011).  
*Research methods in education.*  
Sage Publications.
- Cheng, Y. C. (2005).  
*New paradigm for re-engineering education: Globalization, localization and individualization,*  
volume 6.  
Springer.
- Cheng, Y. C. (2019).  
*Cambio de paradigma en la educación: hacia la tercera ola de efectividad.*  
Routledge.
- Chickering, A. W. and Gamson, Z. F. (1987).  
Seven principles for good practice in undergraduate education.



- AAHE bulletin*, 3:7.
- Cohen, L., Manion, L., and Morrison, K. (2002).  
*Research methods in education*.  
 routledge.
- Cohn, E. R. and Hibbitts, B. J. (2004).  
 Beyond the electronic portfolio: A lifetime personal web space.  
*Educause Quarterly*, 27(4):7–11.
- Collins, A., Brown, J. S., and Newman, S. E. (2006).  
*Cognitive apprenticeship*, volume 291.  
 Citeseer.
- Comte, A. (2019).  
*Reorganizar a Sociedade-Positivismo*.  
 LeBooks Editora.
- Council, N. R. et al. (2011).  
*Learning science through computer games and simulations*.  
 National Academies Press.
- Craig, D. L., Nersessian, N. J., and Catrambone, R. (2002).  
 Perceptual simulation in analogical problem solving.  
 In *Model-Based Reasoning*, pages 167–189. Springer.
- Crawford, C. (2004).  
 Non-linear instructional design model: eternal, synergistic design and development.  
*British Journal of Educational Technology*, 35(4):413–420.
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., and Morales, A. (2007).  
 Qualitative research designs: Selection and implementation.  
*The counseling psychologist*, 35(2):236–264.
- Cronbach, L. J. (1984).  
 A research worker's treasure chest.  
*Multivariate behavioral research*, 19(2-3):223–240.
- Cronbach, L. J. and Snow, R. E. (1977).  
*Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*.  
 Irvington.
- de Faroh, A. C. (2007).  
 Cognición en el adolescente según piaget y vygotski.¿ dos caras de la misma moneda?

- Boletim Academia Paulista de Psicologia*, 27(2):148–166.
- Denzin, N. K. and Lincoln, Y. (2007).  
*The landscape of qualitative research*.  
ERIC.
- Deubel, P. (2003).  
An investigation of behaviorist and cognitive approaches to instructional multimedia design.  
*Journal of educational multimedia and hypermedia*, 12(1):63–90.
- Dick, W., Carey, L., and Carey, J. O. (2005).  
The systematic design of instruction.
- Dieberger, A. (1999).  
Social connotations of space in the design for virtual communities and social navigation.  
In *Social navigation of information space*, pages 35–54. Springer.
- Dillenbourg, P., Schneider, D., and Synteta, P. (2002a).  
Virtual learning environments.  
*Proceedings of the 3rd Hellenic Conference Information & Communication Technologies in Education*, 2002.
- Dillenbourg, P., Schneider, D., Synteta, P., et al. (2002b).  
Virtual learning environments.  
In *Proceedings of the 3rd Hellenic conference information & communication technologies in education*, pages 3–18. Archive Ouverte HAL Rhodes, Greece.
- Dourish, P. (1999).  
Where the footprints lead: Tracking down other roles for social navigation.  
In *Social navigation of information space*, pages 15–34. Springer.
- Dourish, P. and Chalmers, M. (1994).  
Running out of space: Navigating in information spaces.  
In *Adjunct Proceedings (Short Papers), HCI*, volume 94.
- Driscoll, M. (2002).  
Blended learning: Let's get beyond the hype.  
*E-learning*, 1(4):1–4.
- Duffey, T. and Jonassen, D. (1992).  
Constructivism and the technology instruction.  
*A conversation*, Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum.

Durkheim, E. (1976).

*Educación como socialización*, volume 2.  
sígueme.

Duval, R. (2016a).

Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas.

Duval, R. (2016b).

Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas.

Eller, R. (2016).

Implementing design into instruction: intersections between the waterfall model and addie model.

*AU eJournal of Interdisciplinary Research (ISSN: 2408-1906)*, 1(1).

Escoda, A. P. and Conde, M. J. R. (2016).

Evaluación de las competencias digitales autopercibidas del profesorado de educación primaria en castilla y león (españa).

*Revista de investigación educativa*, 34(2):399–415.

Evans, C. and Gibbons, N. J. (2007).

The interactivity effect in multimedia learning.

*Computers & Education*, 49(4):1147–1160.

Feldman, S., McElroy, E. J., and LaCour, N. (2000).

Distance education, guidelines for good practice.

*American Journal of Distance Education*, 3(2):21–37.

Finegold, D. and Notabartolo, A. S. (2010).

21st century competencies and their impact: An interdisciplinary literature review.

*Transforming the US workforce development system*, pages 19–56.

Frederiksen, N., Carlson, S., and Ward, W. C. (1984).

The place of social intelligence in a taxonomy of cognitive abilities.

*Intelligence*, 8(4):315–337.

Friedler, Y., Nachmias, R., and Linn, M. C. (1990).

Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories.

*Journal of Research in Science Teaching*.

Gadamer, H.-G. (2013).

*Truth and method*.

A&C Black.

- Gagne, R. M. and Briggs, L. J. (1974).  
*Principles of instructional design*.  
Holt, Rinehart & Winston.
- Gallardo, K. (2009).  
La nueva taxonomía de marzano y kendall: una alternativa para enriquecer el trabajo educativo desde su planeación.  
*Manual nueva taxonomía Marzano y Kendall*, pages 3–43.
- Gardner, H. E. (2008).  
*Inteligencias múltiples: nuevos horizontes en la teoría y la práctica*.  
Basic books.
- Gaulin, C. (2001).  
Tendencias actuales de la resolución de problemas.  
*Sigma: revista de matemáticas= matematika aldizkaria*, (19):51–63.
- Gelbmann, G. (2002).  
An outline of pragmatologic model-theory (sec. stachowiak). semiotic subjectivity ii (lecture).
- Gentner, D. and Stevens, A. L. (1983).  
*Mental models*.  
Psychology Press.
- Gibbs Jr, R. W. and Matlock, T. (2008).  
Metaphor, imagination, and simulation: Psycholinguistic evidence.
- Gibson, E. J. (1969).  
Principles of perceptual learning and development.
- Gibson, J. J. (1986).  
The ecological approach to visual perception. hills-dale.  
*NJ: Lawrence*.
- Gobert, J. D. and Buckley, B. C. (2000).  
Introduction to model-based teaching and learning in science education.  
*International Journal of Science Education*, 22(9):891–894.
- Graham, C. R. (2006).  
Blended learning systems.  
*The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*, 1:3–21.
- Gredler, M. E. (1997).  
Learning and instruction: Theory into practice.

- Guba, Egon G & Lincoln, Y. S. . o. (1994).  
 Competing paradigms in qualitative research.  
*Handbook of qualitative research*, 2(163-194):105.
- Guevara Niebla, G. and Leonardo, P. d. (1990).  
*Introducción a la teoría de la educación*.  
 Number LB 1025.2. G83 1990.
- Gynther, K. (2012).  
 Blended learning.  
 In *Pædagogiske teorier*. Billesøe og Baltzer.
- Harasim, L. (1999).  
 A framework for online learning: The virtual-u.  
*Computer*, 32(9):44–49.
- Head, Henry & Holmes, G. (1911).  
 Sensory disturbances from cerebral lesions.  
*Brain*, 34(2-3):102–254.
- Heinze, A., Procter, C., et al. (2004).  
 Reflections on the use of blended learning.
- Hirumi, A. (2002).  
 The design and sequencing of elearning interactions: a grounded approach.  
*International Journal on E-learning*, 1(1):19–27.
- Hittleman, D. R. and Simon, A. J. (1997).  
*Interpreting educational research: An introduction for consumers of research*.  
 ERIC.
- Honey, M. A. and Hilton, M. L. (2011).  
 Learning science through computer games.  
*National Academies Press, Washington, DC*.
- Ifenthaler, D. (2014).  
 Simulation and learning: A model-centered approach.  
*Educational Technology & Society*, 17(1):345–347.
- Inhelder, B & Piaget, J. (1972).  
 De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent. paris: Puf.
- Jacoby, B. et al. (1996).

- Service-Learning in Higher Education: Concepts and Practices. The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series.*  
ERIC.
- Jasińska, M. and Podgórska, K. (2009).  
Blended learning, blended ideas–collaboration vs. self-learning.  
*Proceedings of Student Mobility and ICT: Dimensions of Transition Universiteit van Amsterdam 16-17 December 2009*, page 47.
- Johnson, D. (2000).  
The upgrade: Ten activities for easing into technology integration. retrieved january 1, 2004.
- Johnson-Laird, P. N. (1983).  
*Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness.*  
Number 6. Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2010).  
Mental models and human reasoning.  
*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(43):18243–18250.
- Jonassen, D. H. (1991).  
Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?  
*Educational technology research and development*, 39(3):5–14.
- Jonassen, D. H. (1994).  
Thinking technology: Toward a constructivist design model.  
*Educational technology*, 34(4):34–37.
- Jonassen, D. H. (1997).  
Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes.  
*Educational technology research and development*, 45(1):65–94.
- Jonassen, D. H. (2000).  
*Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking.*  
Prentice hall.
- Jonassen, D. H. (2004).  
*Learning to solve problems: An instructional design guide*, volume 6.  
John Wiley & Sons.
- Jonassen, D. H. and Rohrer-Murphy, L. (1999).  
Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments.  
*Educational technology research and development*, 47(1):61–79.

- Kaplan, B. and Maxwell, J. A. (2005).  
 Qualitative research methods for evaluating computer information systems.  
 In *Evaluating the organizational impact of healthcare information systems*, pages 30–55.  
 Springer.
- Kearsley, Greg & Shneiderman, B. (1998).  
 Engagement theory: A framework for technology-based teaching and learning.  
*Educational technology*, 38(5):20–23.
- Kirsh, D. and Maglio, P. (1994).  
 On distinguishing epistemic from pragmatic action.  
*Cognitive science*, 18(4):513–549.
- Klahr, D. and Dunbar, K. (1988).  
 Dual space search during scientific reasoning.  
*Cognitive science*, 12(1):1–48.
- Kuhn, T. S. (1962).  
 The structure of scientific revolutions. chicago (university of chicago press) 1962.
- Kuhn, T. S. (2011).  
*The essential tension*.  
 University of Chicago press.
- Land, S. M. and Greene, B. A. (2000a).  
 Project-based learning with the world wide web: A qualitative study of resource integration.  
*Educational technology research and development*, 48(1).
- Land, S. M. and Greene, B. A. (2000b).  
 Project-based learning with the world wide web: A qualitative study of resource integration.  
*Educational technology research and development*, 48(1):45–66.
- Landriscina, F. (2013).  
*Simulación y aprendizaje*.  
 Springer.
- Lantz, K. E. (1986).  
*The prototyping methodology*.  
 Prentice-Hall, Inc.
- Laurillard, D. (1993).  
*Rethinking University Teaching: Rethinking University Teaching: a Framework for the Effective Use of Educational Technology*.  
 Routledge.

- Lave, J. (2003).  
Teoría del conocimiento situado.
- Lim, B.-R. (2004).  
Challenges and issues in designing inquiry on the web.  
*British Journal of Educational Technology*, 35(5):627–643.
- Lott, C. M. (1997).  
Breathing new life into the waterfall model.  
*IEEE Software*, 14(5):103–105.
- Machnaik, J. (2002).  
Investigating the effect (s) of technology integration on teaching practices that may lead to the development of a community of learners.  
*Retrieved October, 20:2008*.
- Maher, J. and Ingram, A. (1989).  
Software engineering and isd: Similarities, complementaries, and lessons to share.  
In *meeting of the Association for Educational Communications and Technology, Dallas TX*.
- Marguerite, G. L., Dean, T. S., and Katherine, H. V. (2010).  
Methods in educational research: From theory to practice.
- Mayer, R. and Mayer, R. E. (2005).  
*The Cambridge handbook of multimedia learning*.  
Cambridge university press.
- Mayer, R. E. (2004).  
Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning?  
*American psychologist*, 59(1):14.
- Mayes, T. (2001).  
The technology of learning in a social world.  
In *Supporting lifelong learning*, pages 173–185. Routledge.
- McDonald, C. V. (2016).  
Stem education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics.  
*Science Education International*, 27(4):530–569.
- McGregor, Sue LT & Murnane, J. A. (2010).  
Paradigm, methodology and method: Intellectual integrity in consumer scholarship.  
*International journal of consumer studies*, 34(4):419–427.



McLeod, S. (2007).

Pavlov's dogs study and pavlovian conditioning explained.

Merino, M.-D. and Privado, J. (2015).

Positive psychological functioning. evidence for a new construct and its measurement.[funcionamiento psicológico positivo. evidencia para un nuevo constructo y su medición]. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 31(1):45–54.

Merriam, S. B. (1998a).

*Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from "Case Study Research in Education."*.  
ERIC.

Merriam, S. B. (1998b).

*Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from "Case Study Research in Education."*.  
ERIC.

Merrill, M. (1999).

Instructional transaction theory (itt): Instructional design based on knowledge objects.  
retrieved january 3, 2009.

Merrill, M. D. (1983).

Component display theory.  
*Instructional-design theories and models: An overview of their current status*, 1:282–333.

Merrill, M. D. (2002).

First principles of instruction.  
*Educational technology research and development*, 50(3):43–59.

Molenda, M. (2003).

In search of the elusive addie model.  
*Performance improvement*, 42(5):34–37.

Moreno, R. and Mayer, R. (2007).

Interactive multimodal learning environments.  
*Educational psychology review*, 19(3):309–326.

Morrison, G. R., Ross, S. J., Morrison, J. R., and Kalman, H. K. (2019).

*Designing effective instruction*.  
John Wiley & Sons.

Mueller, Daniel & Strohmeier, S. (2011).

- Design characteristics of virtual learning environments: state of research.  
*Computers & Education*, 57(4):2505–2516.
- Mulligan, J. F. (2018).  
*Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894): A Collection of Articles and Addresses*.  
Routledge.
- Munro, A., Höök, K., and Benyon, D. (1999).  
Footprints in the snow.  
In *Social navigation of information space*, pages 1–14. Springer.
- Myers, M. D. (2019).  
*Qualitative research in business and management*.  
Sage.
- Njoo, M. and De Jong, T. (1993).  
Exploratory learning with a computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support.  
*Journal of research in science teaching*, 30(8):821–844.
- Norman, D. (2014a).  
*Things that make us smart: Defending human attributes in the age of the machine*.  
Diversions Books.
- Norman, D. A. (2014b).  
*Some observations on mental models*.  
Psychology Press.
- Nurmela, K. A., Lehtinen, E., and Palonen, T. (1999).  
Evaluating cscl log files by social network analysis.
- Oliver, R. (1999).  
Exploring strategies for online teaching and learning.  
*Distance Education*, 20(2):240–254.
- Ortega, M. U. (1993).  
El desarrollo del pensamiento formal y la adolescencia universitaria.  
*Perfiles educativos*, (60).
- Palacios Vicario, B., Sánchez Gómez, M. C., Gutiérrez García, A., et al. (2013).  
Evaluar la calidad en la investigación cualitativa: Guías o checklists.
- Pansza, M. (1982).  
Una aproximación a la epistemología genética de Jean Piaget.

## REFERENCIAS

---

- Perfiles Educativos*, (18).
- Papert, S. (1990).  
Introduction by seymour papert.  
*Constructionist learning*, 1.
- Papert, S. A. (2020).  
*Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*.  
Basic books.
- Pavlov, I. P. (1949).  
Conditioned responses.
- Pea, R. D. (1985).  
Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning.  
*Educational psychologist*, 20(4):167–182.
- Peirce, C. S. (2014).  
Charles sanders peirce.  
*Information Theory*, page 181.
- Perkins, D. N. (1986).  
Perkins, david n., knowledge as design. hillsdale, nj: Lawrence erlbaum associates, 1986.
- Piaget, Jean & Teóricos, a. (1976).  
Desarrollo cognitivo.  
*España: Fomtaine*.
- Piaget, J. (2016).  
*L'epistemologia genetica*.  
Edizioni Studium Srl.
- Picciano, A. (2009).  
Blending with purpose: The multimodal model.  
*Journal of the Research Center for Educational Technology*, 5(1):4–14.
- Polland, R. J. (1998).  
Essentials of survey research and analysis.  
*Retrieved online October, 5:2005*.
- Polya, G. (2004).  
*How to solve it: A new aspect of mathematical method*, volume 85.  
Princeton university press.

- Ponto, J. A., Ellington, L., Mellon, S., and Beck, S. L. (2010).  
Predictors of adjustment and growth in women with recurrent ovarian cancer.  
In *Oncology nursing forum*, volume 37.
- Preece, J., Abras, C., and Maloney-Krichmar, D. (2004).  
Designing and evaluating online communities: research speaks to emerging practice.  
*International Journal of Web Based Communities*, 1(1):2–18.
- Qin, Y. and Simon, H. A. (1990).  
Laboratory replication of scientific discovery processes.  
*Cognitive Science*, 14(2):281–312.
- Rafael, A. (2009).  
Desarrollo cognitivo: las teorías de piaget y de vygotsky.  
*Master en paidopsiquiatria*.
- Răilean, E. (2007).  
Educational technology and the problem of the design of the electronic textbooks.
- Ramírez, J. L. M. (2019).  
El proceso de elaboración y validación de un instrumento de medición documental.  
*Accion y reflexion educativa*, (44):50–63.
- Redecker, C. et al. (2017).  
European framework for the digital competence of educators: Digcompedu.  
Technical report, Joint Research Centre (Seville site).
- Reigeluth, C. M. (2013).  
*Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, Volume II*.  
Routledge.
- Reigeluth, C. M. (2016).  
Teoría instruccional y tecnología para el nuevo paradigma de la educación.  
*Revista de Educación a Distancia (RED)*, (50).
- Reimann, P. (1991).  
Detecting functional relations in a computerized discovery environment.  
*Learning and instruction*, 1(1):45–65.
- Rivers, R. H. and Vockell, E. (1987).  
Computer simulations to stimulate scientific problem solving.  
*Journal of Research in Science Teaching*, 24(5):403–415.

- Royce, W. W. et al. (1970).  
 Managing the development of large software systems. proceedings of ieees wescon.  
*Los Angeles*, pages 328–388.
- Ruiz Olabuénaga, J. I. (2007).  
 Metodología de la investigación cualitativa.  
*Metodología de la investigación cualitativa*, pages 1–342.
- Rumelhart, D. E., Smolensky, P., McClelland, J. L., and Hinton, G. (1986).  
 Sequential thought processes in pdp models.  
*Parallel distributed processing: explorations in the microstructures of cognition*, 2:3–57.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., and Van Der Veen, J. T. (2012).  
 The learning effects of computer simulations in science education.  
*Computers & education*, 58(1):136–153.
- Saba, F. (1988).  
 Concepts: Integrated telecommunications systems and instructional transaction.  
*American Journal of Distance Education*, 2(3):17–24.
- Salinas, M. I. (2011).  
 Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente.  
*Universidad Católica de Argentina*, 12.
- Saltalamacchia, Homero R & Mundt, C. (2018).  
 La formación, una deuda en la fórmula  $i+ d+ i$ .  
*Revista Argentina de Educación Superior*, (16):175–198.
- Santa-Cecilia, Á. G. (2000).  
*Cómo se diseña un curso de lengua extranjera*.  
 Arco/Libros.
- Savenye, W. C. and Robinson, R. S. (1996).  
 Qualitative research issues and methods: An introduction for educational technologists.  
*Handbook of research for educational communications and technology*, 1171:1195.
- Savery, J. R. and Duffy, T. M. (1995).  
 Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework.  
*Educational technology*, 35(5):31–38.
- Scaife, M. and Rogers, Y. (1996).  
 External cognition: how do graphical representations work?  
*International journal of human-computer studies*, 45(2):185–213.

- Scardamalia, M. and Bereiter, C. (1996).  
New cultures of schooling.  
*International perspectives on the design of technology-supported learning environments*, 149.
- Schank, R. C. (1995).  
*Tell me a story: Narrative and intelligence*.  
Northwestern University Press.
- Schank, R. C., Berman, T. R., and Macpherson, K. A. (1999).  
Learning by doing.  
*Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2(2):161–181.
- Schön, D. A. (2017).  
*The reflective practitioner: How professionals think in action*.  
Routledge.
- Schunk, D. H. (2012).  
*Teorías del aprendizaje: una perspectiva educativa sexta edición*.  
Pearson.
- Seale, C. (1999).  
The quality of qualitative research.  
*The Quality of Qualitative Research*, pages 1–224.
- Seels, B. and Glasgow, Z. (1998).  
1998. making instructional design decisions.  
*Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, Inc.*
- Senge, P. M. et al. (1990).  
The art and practice of the learning organization.
- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M. S., Jacobs, S., Elmqvist, N., and Diakopoulos, N. (2016).  
*Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*.  
Pearson.
- Shuttleworth, M. (2008).  
Qualitative research design.
- Simon, H. A. (2019).  
*The Sciences of the Artificial, reissue of the third edition with a new introduction by John Laird*.  
MIT press.

Skinner, B. F. (1974).

*About behaviorism [by] BF Skinner.*

Knopf.

Smith, P. L. and Ragan, T. J. (2004).

*Instructional design.*

John Wiley & Sons.

Soloway, E., Krajcik, J., and Finkel, E. A. (1995).

The scienceware project: Supporting science modeling and inquiry via computational media & technology.

In *annual meeting of the America Educational Research Association, San Francisco, CA.*

Sorden, S. D. (2012).

The cognitive theory of multimedia learning.

*Handbook of educational theories*, 1(2012):1–22.

Spiro, R. J., Vispoel, W. P., Schmitz, J. G., Samarapungavan, A., Boerger, A., Britton, B., and Glynn, S. (1987).

Cognitive flexibility and transfer in complex content domains.

*Executive control processes in reading*, 177:199.

Spitulnik, J., Studer, S., Finkel, E., Gustafson, E., Laczko, J., and Soloway, E. (1995).

The rivermud design rationale: Scaffolding for scientific inquiry through modeling, discourse, and decision making in community-based issues.

*Atlanta, Highly Interactive Computing Research Group, Michigan University.*

Sprinthall, R. C., Schmutte, G. T., and Sirois, L. (1991).

*Understanding educational research.*

Prentice Hall.

Srisawasdi, N., Kerdcharoen, T., and Suits, J. P. (2008).

Turning scientific laboratory research into innovative instructional material for science education: Case studies from practical experience.

*International Journal of Learning*, 15(5).

Srisawasdi, N. and Panjaburee, P. (2015).

Exploring effectiveness of simulation-based inquiry learning in science with integration of formative assessment.

*Journal of Computers in Education*, 2(3):323–352.

Stachowiak, H. (1973).

General model theory.

---

*Springer.*

Stake, R. E. (1995).

*The art of case study research.*  
sage.

Streibel, M. J. (1989).

Instructional plans and situated learning: The challenge of suchman's theory of situated action for instructional designers and instructional systems.  
*Journal of Visual Literacy*, 9(2):8–34.

Sweller, J. (2011).

Cognitive load theory.  
In *Psychology of learning and motivation*, volume 55, pages 37–76. Elsevier.

Terre Blanche, Martin & Durrheim, K. (1999).

Histories of the present: Social science research in context.  
*Research in practice: Applied methods for the social sciences*, 2(1):1–7.

Tessmer, M. and Richey, R. C. (1997).

The role of context in learning and instructional design.  
*Educational technology research and development*, 45(2):85–115.

Thomas, P. Y. (2010).

*Towards developing a web-based blended learning environment at the University of Botswana.*  
PhD thesis.

Thorndike, E. L. (1913).

*The psychology of learning*, volume 2.  
Teachers College, Columbia University.

Tomlinson, K. A. (2016).

A montessori-inspired career in mathematics curriculum development: Geogebra, writing-to-learn, flipped learning.  
In *Mathematics Education*, pages 181–198. Springer.

Tripp, S. D. and Bichelmeyer, B. (1990).

Rapid prototyping: An alternative instructional design strategy.  
*Educational technology research and development*, 38(1):31–44.

Turkle, S. (1997).

Seeing through computers.  
*The American Prospect*, 8(31):76–82.



- Van Gelder, T. (1998).  
 The dynamical hypothesis in cognitive science.  
*Behavioral and brain sciences*, 21(5):615–628.
- Villota, O. (2002).  
 Centros de cómputo.  
 Recuperado de: [http://www.cesim.cl/p3\\_otras\\_publicaciones/site/pags/20031109162234.html](http://www.cesim.cl/p3_otras_publicaciones/site/pags/20031109162234.html) (10/05/2011).
- Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1992).  
 Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood.  
*Cognitive psychology*, 24(4):535–585.
- Walsham, G. (1995).  
 The emergence of interpretivism in is research.  
*Information systems research*, 6(4):376–394.
- Willis, J. (2000).  
 The maturing of constructivist instructional design: Some basic principles that can guide practice.  
*Educational Technology*, 40(1):5–16.
- Wilson, B. G. (1996).  
*Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*.  
 Educational Technology.
- Winn, W. (1997).  
 Advantages of a theory-based curriculum in instructional technology.  
*Educational Technology*, 37(1):34–41.
- Winn, W. and Snyder, D. (2002).  
 Handbook of research on educational communications and technology; chapter 5 cognitive perspectives in psychology.
- Winsberg, E. (2010).  
 Five. when theories shake hands.  
 In *Science in the Age of Computer Simulation*, pages 72–92. University of Chicago Press.
- Zeeman, L., Poggenpoel, M., and Myburgh, C. (2002).  
 An introduction to a postmodern approach to nursing research: discourse analysis-part 1.  
*Health SA Gesondheid*, 7(1):3–9.
- Zúñiga, L. C. M. (2009).

Durkheim y bourdieu: reflexiones sobre educación.  
*Revista Reflexiones*, 88(1).

