



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA  
RESIDENCIA EN PSICOLOGÍA ESCOLAR

## PROMOVIENDO LA CREATIVIDAD EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRA EN PSICOLOGÍA  
PRESENTA:  
ANISAI LEDESMA RODEA

DIRECTORA DEL REPORTE: DRA. BENILDE GARGÍA CABRERO  
COMITÉ TUTORIAL: MTRA. MARIANA ABIGAIL RANGEL TORRES  
MTRA. MARÍA DEL PILAR ROQUE HERNÁNDEZ  
DRA. ESTELA JIMÉNEZ HERNÁNDEZ  
MTRA. MARÍA FERNANDA PONCELIS REYGOZA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## Tabla de contenido

Resumen .....	5
Introducción .....	6
Antecedentes .....	14
Programas educativos que han hecho uso de las Tecnologías Digitales en México .....	15
El diseño instruccional y las etapas de Robert Gagné.....	23
CAPÍTULO 1. CREATIVIDAD Y CREATIVIDAD CIENTÍFICA.....	26
1.1 Fundamentos teóricos de la creatividad .....	26
1.1.1 Creatividad en la Educación.....	34
1.1.2 Concepto de Creatividad Científica .....	35
1.1.3 Modelo de la Creatividad Científica .....	37
1.1.4 Imaginación científica.....	39
CAPÍTULO 2. EL PROCESO DE APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS .....	42
2.1 La enseñanza tradicional de las ciencias .....	42
2.2 El enfoque de competencias.....	47
2.2.1 La Competencia Científica.....	50
2.2.2 Estándares Benchmarks en ciencias .....	55
2.2.3 Estándares Curriculares de Ciencias Naturales en México .....	56
2.3 Aprendizaje Superficial vs Aprendizaje Profundo.....	59
2.4 El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica .....	63
2.4.1 Fundamentación teórica del ABP.....	64
2.4.2 Investigaciones relacionadas con el ABP.....	70
CAPÍTULO 3. HACIA UNA NUEVA METODOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS .....	75
3.1 El ABP, la Creatividad y la Enseñanza de las Ciencias .....	75
3.1.1 La solución creativa de problemas .....	76
3.1.2 Técnicas creativas .....	79
3.1.3 Rutinas de pensamiento.....	84
3.2 Uso de las Tecnologías Digitales como herramientas en la enseñanza de las Ciencias .....	88
3.2.1 Proyectos sobre el uso de las Tecnologías Digitales en la enseñanza de las Ciencias .....	93
3.3 Estándares NET-S para Estudiantes.....	96
3.4 Estándares TIC para la Educación Básica en México.....	97
MÉTODO.....	100

Tipo de estudio.....	100
Variables .....	101
Diseño de la intervención.....	102
Procedimiento .....	106
Proceso de intervención .....	107
Resultados .....	122
Discusión y Conclusiones .....	132
Referencias.....	140
Anexos.....	146

*A Dios por traerme de vuelta cada que lo necesito*

*A mi familia por siempre estar a mi lado*

## **Resumen**

El presente proyecto se propuso como objetivo promover la Creatividad Científica, a través de la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y diversas técnicas de creatividad. Para ello, se retomó el Modelo de la Creatividad Científica de Hu y Adley (2002), con el objetivo de lograr un mayor nivel de aprendizaje de los estudiantes sobre el tema del Universo. La intervención se apoyó en el uso de las Tecnologías Digitales y se retomaron los estándares NET-S para estudiantes. En el proyecto participaron dos grupos de alumnos de sexto grado de primaria (un grupo experimental y un grupo control), a los que se aplicó un pretest y un postest de conocimientos sobre el universo y una prueba para medir los siguientes componentes de la Creatividad: Fluidez, Flexibilidad y Originalidad (Test de Pensamiento Científico Creativo, Hu y Adley, 2002). Asimismo, se valoró la imaginación científica, mediante el Inventario de Imaginación Científica (Mun, Mun y Kim, 2015), y la representación que tenían los alumnos sobre los conceptos de ciencia y creatividad, por medio de la técnica de redes semánticas naturales (Figuroa, 1982, citado en García-Cabrero y Jiménez, 1996).

Los resultados indican que el grupo experimental obtuvo mejores resultados que el grupo control y que estas diferencias fueron estadísticamente significativas, tanto en las puntuaciones obtenidas en fluidez, flexibilidad y originalidad, como en el porcentaje de respuestas correctas del cuestionario de conocimientos sobre el universo. Se puede concluir que es posible mejorar la creatividad científica de los estudiantes y su aprendizaje, a través de la estrategia de ABP y las técnicas de creatividad, apoyadas en el uso de las Tecnologías Digitales.

### **Palabras clave:**

Creatividad Científica, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Tecnologías Digitales, Enseñanza de las Ciencias

## Introducción

La formación científica es un objetivo clave de la educación, misma que debe lograrse dentro del período obligatorio de enseñanza, ya sea que los estudiantes continúen sus estudios científicos o no lo hagan; esto, debido a que la preparación básica en ciencias se relaciona con la capacidad de pensar y de actuar de forma eficaz, en un mundo en el que la ciencia y la tecnología influyen cada vez más en la vida diaria. La formación básica en ciencias, constituye una competencia general necesaria en la vida actual, ya que existe una creciente demanda de trabajadores con formación científica y tecnológica (Rebollo, 2010). Sin embargo, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2008), el número de estudiantes que eligen las ciencias como una opción formativa está disminuyendo.

En el año 2008, según cifras de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), en Latinoamérica existían más estudiantes cursando carreras relacionadas con las ciencias sociales y las humanidades, que estudiantes cursando carreras relacionadas con las ciencias y las ingenierías, prueba de esto, es que el 57 por ciento de los estudiantes de la región se inscriben a licenciaturas de ciencias sociales, mientras que sólo el 16 por ciento cursan carreras de ingeniería y tecnología. Esta tendencia no ha cambiado mucho, ya que, según la OEI, en el año 2013, el porcentaje de estudiantes titulados en Iberoamérica siguió siendo mayor en el área de las ciencias sociales (54%), comparado con las áreas de ingeniería y tecnología (15%), y de las de ciencias naturales y exactas (6%).

Lo anterior es confirmado por Oppenheimer (2010), quien menciona que en la UNAM se gradúan, anualmente, en promedio 188 licenciados en historia, 59 en computación y 49 en ingeniería petrolera. Esto se ve reflejado en el número de aspirantes a las diferentes carreras que ofrece la UNAM, por ejemplo, según datos de Marketing Educativo (2015), en el año 2015, hubo más aspirantes a carreras como derecho (4240) y ciencias de la comunicación (2019), que a carreras como física (969) o ingeniería química (658).

Además de lo anterior, existen otros indicadores sobre el bajo número de estudiantes latinoamericanos interesados en la ciencia y la tecnología, por ejemplo, el porcentaje de investigadores latinoamericanos en las grandes empresas como Microsoft es sólo del 1 por ciento, mientras que el porcentaje de investigadores asiáticos es del 40 por ciento. Las consecuencias que tiene para los países como México la falta de interés de los estudiantes por ingresar a carreras relacionadas con la ciencia y tecnología, son visibles en el número de patentes registradas, ya que países como Corea del Sur registran alrededor de 7500 patentes por año en Estados Unidos, mientras que los países latinoamericanos como Brasil, (siendo el que mayor número de patentes registra en Estados Unidos) sólo logra la aprobación de 100 patentes por año, México de 55, Argentina de 30, Colombia de 12 y Cuba de 6.19 (Oppenheimer, 2010).

Como se puede ver, motivar el estudio de la ciencia es importante para todos los países del mundo, debido a que esto también repercute en el desarrollo social, educativo (Castañeda, 2011) y económico del país (Guilera, 2011; Oppenheimer, 2010; UNESCO, 2008), pero ¿qué se espera de la formación científica? Es decir ¿a qué se refiere la competencia científica? Según el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés, 2015), la competencia científica es “La habilidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas científicas, como un ciudadano reflexivo. Por lo tanto, una persona científicamente competente está preparada para participar, brindando argumentos, en discusiones sobre ciencia y tecnología...” (p.12). Asimismo, abarca la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento e investigación humanas; la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural; la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo.

La definición anterior, implica hacer un cambio en la forma tradicional de enseñar las ciencias, es decir, pasar de un marco de pensamiento lógico tradicional, a un modelo donde las operaciones de pensamiento puedan expresarse en competencias de acción (UNESCO, 2008). Sin embargo, la definición de competencia científica dada por PISA (2015), no



menciona uno de los elementos que son necesarios para realizar este cambio de enfoque según (UNESCO, 2008), el cual se refiere a “sustituir el planteamiento determinista, deductivista y cerrado, por planteamientos abiertos, en recursividad circular y apoyados en la creatividad que posibilita la innovación” (p.13). definida por Jiménez y Rojo (2010), como “cualquier cambio positivo en un producto, proceso de producción, servicio u organización que se traduce en mejor calidad, eficiencia o desempeño” (p. 36).

Consecuentemente, favorecer la creatividad de los estudiantes al enseñar los contenidos científicos, ayuda a formar alumnos que, en un futuro, puedan innovar en el campo de las ciencias, lo que repercutirá en la economía del país, ya que autores como Oppenheimer (2010) y Guilera (2011), afirman que el crecimiento económico de un país se ve beneficiado al promover la formación de estudiantes que sean innovadores en el campo de la ciencia y la tecnología. No obstante, para lograr que los estudiantes puedan innovar en estos campos, es necesario, que la creatividad sea promovida en las escuelas, desde los primeros niveles educativos, ya que, según Guilera (2011):

Un país que pretende progresar está obligado, en consecuencia, a velar por la inclusión del cultivo de la creatividad en todos los niveles educativos. No basta con educar las aptitudes de los que escogen carreras de Bellas Artes o Diseño. No basta con abordarlas cuando el alumno entra en la universidad. Si intervenimos tarde, hemos dejado escapar todo un potencial que quizá ya no podamos recuperar (p.26).

A partir de lo anterior y sabiendo que México es uno de los países que ocupa los últimos lugares en las evaluaciones internacionales realizadas por PISA en lo referente a lectura, matemáticas y ciencias, el INNE (2008, 2016), menciona, específicamente sobre el área de ciencias, que los resultados obtenidos por los estudiantes mexicanos en las pruebas internacionales, pueden deberse a que la enseñanza de las ciencias se da como un conjunto de conocimientos estáticos y comprobablemente verdaderos, que no se promueve la participación de los estudiantes en actividades reales de las ciencias y que existe un abuso de la clase magistral. Lo cual ignora los intereses de los estudiantes, eliminando su motivación, su curiosidad natural y su creatividad (INEE, 2008, 2016), misma que, como se ha

mencionado, es de suma importancia en las ciencias, ya que gracias a ella es posible ir más allá del mero conocimiento científico y usar éste para encontrar diferentes formas de entender la realidad y de solucionar los problemas que se presentan, e impulsar el desarrollo científico y tecnológico del país. La UNESCO (2008), señala que lo anterior es necesario ya que el siglo XXI se basa en un tipo de conocimiento científico que entiende el cambio como una innovación prometedora, un conocimiento donde la ciencia no se refiere sólo a la descripción de las “leyes naturales” y la explicación de los fenómenos, sino que conlleva la creación, la modificación de la naturaleza y, por lo tanto, da un nuevo lugar al protagonismo humano. Consecuentemente, es necesario poner en práctica otras formas de enseñar los contenidos científicos, que motive a los estudiantes y les permita entender aquello que leen, ven y escuchan, así como crear diferentes representaciones de la información, a través de diversas herramientas.

Una de estas herramientas son las Tecnologías Digitales (TD), definidas por Fallas y Zúñiga (2010), como “El conjunto convergente de tecnologías, especialmente la informática y las telecomunicaciones, que utilizan el lenguaje digital para producir, almacenar, procesar y comunicar gran cantidad de información en breves lapsos de tiempo” (p. 6), misma que, según la Agencia Británica de Comunicaciones y Tecnología Educativas (2004) (BECTA, por sus siglas en inglés), favorecen la enseñanza de las ciencias, ya que pueden influir en el manejo de datos, de información, de comunicación y en la exploración de diferentes tópicos. Además de lo anterior, la OCDE (2010), menciona que el uso de las Tecnologías Digitales en la educación favorece habilidades como la creatividad, la innovación, la resolución de problemas, la toma de decisiones y es una herramienta que promueve el trabajo colaborativo entre pares, dentro y fuera de la escuela. Habilidades que son necesarias en el paradigma del tercer milenio (UNESCO, 2008).

El Uso de las Tecnologías Digitales para favorecer el aprendizaje de las Ciencias en México

En este orden de ideas, el gobierno mexicano en el año 2014, a través del programa de Inclusión y Alfabetización Digital, entregó tabletas electrónicas a todos los niños de 5° de primaria de los estados de Colima, Sonora, Tabasco, Puebla, Estado de México y Ciudad de

México, con la finalidad de que el proceso de enseñanza facilite a los estudiantes aprender a aprender mediante el uso de las Tecnologías Digitales y a su vez, éstas, les permita a los profesores enriquecer su práctica docente.

Sin embargo, el uso de las Tecnologías Digitales no es suficiente para promover el aprendizaje de los contenidos de las ciencias, sino que el uso de éstas se debe apoyar en un diseño tecno-pedagógico, haciendo uso de diferentes estrategias, para lograr que los estudiantes desarrollen diferentes capacidades relacionadas con las ciencias, como son: la resolución de problemas, valorar riesgos, tomar decisiones, trabajar en equipo, relacionarse con los demás, comunicarse (escuchar, hablar, leer y escribir), utilizar una computadora, aprender a indagar, aprender a investigar, entre otras (UNESCO, 2008).

Siguiendo esta línea argumental, y apoyada en los trabajos de Hu y Adley (2002), sobre la Creatividad Científica, definida como “una clase de rasgo intelectual o la habilidad para producir o reproducir potencialmente un cierto producto que sea original y tenga valor social o personal, diseñado con un cierto propósito en la mente, usando la información dada”, se desarrolló la presente investigación. Se partió de la idea de que las Ciencias Naturales constituyen una de las materias centrales de los planes de estudio de todo el mundo, y que, en México, el estudio de éstas busca que los estudiantes reconozcan la ciencia y la tecnología como procesos de actuación permanente, con los alcances y limitaciones propios de toda construcción humana. El proyecto de intervención se enfocó en el tema de “El Universo”. Este tema pertenece al quinto bloque de la materia de Ciencias Naturales de sexto grado de educación primaria. En este bloque se pretende que los estudiantes describan los componentes básicos del Universo y argumenten la importancia de las aportaciones del desarrollo técnico en su conocimiento. En la realización de este trabajo se abordaron los componentes básicos del universo (galaxias, estrellas, planetas, satélites, cometas, y sus características: forma, ubicación y tamaño), y las aportaciones del desarrollo técnico para el conocimiento del Universo (telescopios, observatorios, estaciones y sondas espaciales).

El objetivo general que se propuso lograr el presente proyecto fue el de: *promover la creatividad científica en los estudiantes de sexto grado de primaria para lograr un aprendizaje profundo sobre el tema del universo*. Durante el proyecto, se hizo uso de las

Tecnologías Digitales para favorecer el acceso a más información, así como a diferentes formas de representación de la misma, con el fin de que los estudiantes logaran un mayor aprendizaje sobre el tema del universo, así como que trabajaran colaborativamente para co-construir su conocimiento con ayuda de sus compañeros de grupo.

La intervención se llevó a cabo en la escuela primaria “Maestro Candor Guajardo” en dos grupos de sexto año de primaria (uno experimental y otro control). El grupo experimental fue el grupo de 6° “A”, en el que se observó que la enseñanza de las ciencias se realizaba de la forma tradicional, que se centraba en revisar el libro de texto, responder los ejercicios que se plantean en el mismo y quizá realizar algún experimento, ya sea dentro del salón de clases o bien, se dejaba de tarea. Además, se observó que, en este grupo, el trabajo en equipo se realizaba esporádicamente. El grupo control fue el grupo de 6° “B”.

El proyecto se realizó en tres fases: la *primera fase* consistió en aplicar pruebas a los estudiantes para conocer su estado inicial en términos de conocimientos sobre el universo, creatividad científica y productividad científica, los componentes de la creatividad (fluidez, flexibilidad y originalidad), y sobre las representaciones sobre la ciencia y la creatividad. En la *segunda fase* se trabajó durante 13 sesiones, que se llevaron a cabo durante siete semanas. Finalmente, en la *tercera fase* se aplicaron las mismas pruebas iniciales para determinar los cambios producido por la intervención.

## **Descripción del contexto en el que se llevó a cabo la intervención**

Este proyecto se llevó a cabo en el turno matutino de la escuela primaria “Maestro Candor Guajardo” con clave 09DPR1851UM, que pertenece a la zona escolar 317, región 43, sector 0019. La escuela se encuentra ubicada en Avenida Hidalgo y Calle 36 sin número, código postal 01430, colonia Colinas del Sur, delegación Álvaro Obregón en una colonia de nivel socioeconómico medio-bajo. En la periferia hay comercios pequeños establecidos, escuelas secundarias y primarias.

La primaria atiende a un total de 574 niños y niñas los cuales se distribuyen en tres grupos por grado escolar de primer grado hasta sexto grado. En la institución laboran: 1a directora, 18 profesores titulares que imparten clases de primero a sexto año, tres profesores de educación física, una promotora de lectura, y un subdirector. En cuanto a infraestructura, se cuenta con:

- Agua entubada
- Luz
- Barda o cercado perimetral
- Oficina para la dirección
- Oficina para la supervisión de zona
- 3 Canchas deportivas
- 3 Patios escolares
- 2 Baños para las y los docentes
- 10 Baños para los estudiantes
- Pizarrones y mesabancos (el estado del mobiliario es regular)
- Sala de Cómputo
- 20 Aulas
- 22 Computadoras en operación
- Cañones, en mal estado, en 3 de los salones

- Acceso a internet, que en ocasiones es deficiente.
- Biblioteca
- Conserjería

## **Antecedentes**

La educación impacta en diferentes ámbitos de nuestra vida, a nivel mundial, la UNESCO (2008), afirma que es a través de la educación que se imparten conocimientos y competencias que permiten a las personas desarrollar plenamente su potencial, y se convierte así en un factor catalítico para alcanzar los demás objetivos de desarrollo. La educación contribuye a la reducción de la pobreza, fomenta el empleo y promueve la prosperidad económica. Aumenta las probabilidades de que la gente lleve una vida saludable, fortalece los fundamentos de la democracia y propicia el cambio de actitudes en pro de la protección del medio ambiente y el empoderamiento de la mujer.

Según Bransford, Brown y Cocking (2004), la meta de la educación debería ser ayudar al desarrollo de las herramientas intelectuales y las estrategias de aprendizaje necesarias para adquirir el conocimiento que permite a las personas pensar productivamente sobre diferentes temáticas, tales como, historia, ciencia, matemáticas, y otras. Aunado a lo anterior, la Ley General de Educación (1993), plantea que la educación debe ser un medio fundamental para adquirir, transmitir y acrecentar la cultura, ya que es un proceso permanente que contribuye al desarrollo del individuo y a la transformación de la sociedad. Además, es un factor determinante para la adquisición de conocimientos y para formar mujeres y hombres que tengan sentido de solidaridad social, y como se menciona en el artículo séptimo de dicha ley, la educación debe favorecer el desarrollo de las facultades necesarias para adquirir conocimientos y la capacidad de observación, análisis y reflexión crítica.

Por lo anterior y debido a que vivimos en “la sociedad del conocimiento”, que se refiere a hacer uso y difusión del conocimiento para promover el bienestar y enriquecer la vida de los miembros de la sociedad, al hacer uso, durante la segunda mitad del siglo XX, de las Tecnologías Digitales (como las computadoras, el internet y los teléfonos móviles), se han modificado aspectos de la sociedad, la economía, la cultura y la educación (Fundación este país, 2008). En este contexto, México ha implementado diferentes programas educativos para promover el uso de las Tecnologías Digitales en las escuelas, mismos que serán descritos a continuación.

## **Programas educativos que han hecho uso de las Tecnologías Digitales en México**

En la Reforma Integral de Educación Básica (RIEB, 2011), se contempla el objetivo de lograr calidad educativa, equidad, integridad, e integrar el uso de las Tecnologías Digitales para impulsar el desarrollo y apoyar el aprendizaje de los estudiantes. Se pretende, además, ampliar las competencias para la vida, y favorecer la inserción de los estudiantes en la sociedad del conocimiento. Sin embargo, no todas las escuelas tienen acceso a los mismos recursos tecnológicos que podrían ayudar a mejorar su nivel educativo.

El contexto educativo mexicano se caracteriza por una enorme brecha en igualdad y equidad; esta desigualdad afecta a sectores vulnerables de la población, aquellos que viven en zonas urbanas marginadas, y los que habitan en regiones menos desarrolladas. Lo que ha implicado no proporcionar insumos educativos en cantidad y calidad suficiente a las escuelas, entre estos insumos se encuentran los recursos tecnológicos, de los que, en las escuelas públicas, se cuenta con una menor cantidad, además de que no se proporcionan los recursos humanos y materiales para el uso, manejo y mantenimiento de los mismos.

En este contexto, dentro de las estrategias llevadas a cabo por el gobierno mexicano en cuestión de la integración de las Tecnologías Digitales a la educación para lograr crear ambientes de aprendizaje con tecnologías, se encuentra la estrategia “Aulas con Enciclomedia” que surgió en el año 2005; ésta se basó en la digitalización de los libros de texto vinculados a diversos recursos y se vincularon algunos materiales multimedia para generar procesos formativos de mayor calidad; imágenes, mapas, visitas virtuales, videos, audios y actividades interactivas que buscaron complementar los contenidos de las lecciones.

En el año 2011, la Secretaría de Educación Pública lanza el Programa de Habilidades Digitales para Todos (HDT), una estrategia que impulsa un nuevo modelo educativo para apoyar el aprendizaje de los estudiantes, ampliar sus competencias para la vida, desarrollar sus habilidades digitales y favorecer su inserción en la sociedad del conocimiento.

El programa HDT se sustenta en el planteamiento de desarrollo de las competencias que diversos organismos internacionales han propuesto alcanzar en el siglo XXI, éstas se refieren a competencias de aprendizaje en innovación: 1) Competencias de pensamiento complejo (crítico y resolución de problemas), 2) Competencias de comunicación y



colaboración, 3) Competencias de creatividad e innovación. Otro aspecto que se aborda dentro de las competencias, es el manejo de la información, los medios, y las tecnologías digitales, que involucran el manejo de la información, y certificación de habilidades digitales.

Otro pilar del programa son las habilidades para la vida personal y profesional, en este rubro se incluyen las: 1) Habilidades sociales y transculturales, 2) Flexibilidad y adaptabilidad, 3) Iniciativa y autodirección, y 4) Liderazgo y responsabilidad.

Así, la SEP parte de dichos pilares para introducir la estrategia de Habilidades Digitales Para Todos, con los objetivos siguientes:

- Contribuir a hacer de México un actor relevante en el entorno internacional.
- Impactar a docentes y alumnos de educación básica con un nuevo modelo de uso de tecnologías de información y comunicación que incluya equipamiento, conectividad y contenidos.
- Reducir la brecha digital<sup>1</sup> entre México y otros países.
- Lograr la formación básica de los alumnos con el valor agregado de sus habilidades digitales.
- Avanzar en la inserción del país a la sociedad del conocimiento.
- Avanzar en concretar los planteamientos del Programa Nacional de Desarrollo PND y del Programa Sectorial de PROSEC en sus objetivos correspondiente de transformación educativa; igualdad de oportunidades que pretende en su objetivo 11 y 3; impulsar el desarrollo y utilización de TD en el sistema educativo.

La siguiente iniciativa consistió en el equipamiento de las aulas telemáticas con base en el programa Habilidades Digitales para Todos, que propone que exista interacción entre el o la profesora, la clase, las comunidades de aprendizaje, el portal virtual, el internet, los expertos, y otras organizaciones y escuelas.

Los cinco componentes de dicha estrategia son: *la gestión* que se orienta a dar seguimiento y soporte a la operación de centros escolares para el control de la calidad en el desempeño educativo del programa, *el componente pedagógico* que es el modelo de uso

---

<sup>1</sup> La brecha digital hace referencia a la desigualdad entre las personas que pueden tener acceso o conocimiento en relación a las nuevas tecnologías y las que no (SEP, 2010).

didáctico y desarrollo de contenidos, que se divide en dos aspectos: *estrategias colaborativas y de uso de la tecnología por parte de los alumnos, y el modelo uno a uno* (un dispositivo tecnológico por alumno/a, ej. el programa de tabletas), o modelo uno a treinta que se refiere al aula de medios que cuenta con treinta equipos fijos de cómputo. Los otros componentes son *la infraestructura, y el acompañamiento* que incluye cursos para que los docentes generen habilidades digitales.

A través de la Estrategia Nacional Digital del ciclo escolar 2013-2014 y 2014-2015, en la cual participan la Subsecretaría de Educación Básica (SEB) y las Áreas Estatales de Evaluación (AEE), se plantea que el uso de las TD debe ser promovido en las escuelas públicas de educación básica para que el proceso de enseñanza y de aprendizaje lleve a los estudiantes a aprender a aprender mediante el uso de las TD y a su vez les permita a las y los profesores enriquecer su práctica docente. Dicha estrategia pretende dotar a las escuelas de equipos de cómputo y hacer uso de las herramientas de innovación tecnológica.

Se entregaron tabletas electrónicas al inicio de dos ciclos escolares, las entregadas en el ciclo 2013-2014 fueron un total de 709 mil 824 tabletas a 664 mil 201 estudiantes y a 45 mil 623 profesores, de quinto grado de primaria, de la Ciudad de México, y de los estados de Sonora, Puebla, Estado de México, Tabasco y Colima, con las siguientes características:

- Pantalla de 10.1 pulgadas, multitouch, antireflejante.
- Sistema operativo Android.
- 32 gigabytes de memoria interna.
- Wifi, Bluetooth, conectores para audífonos, micrófono integrado, 2 cámaras, puerto USB y SD.

En el ciclo 2014-2015, se incrementó el número de tabletas entregadas y el número de estados participantes, es así que, en este ciclo escolar, se donaron más de 960 mil tabletas a estudiantes y profesores de quinto año de primaria, esto en la Ciudad de México y los estados de Nayarit, Colima, Sinaloa, Tabasco, Sonora, Puebla, Tlaxcala, Quintana Roo, Zacatecas, Yucatán, Hidalgo y Chihuahua. Las tabletas tuvieron las siguientes características:

- Pantalla de 10.1 pulgadas
- Sistema Windows 8
- Memoria RAM de 2 GB
- Cámara, Wifi, Bluetooth, GPS, Puerto USB.

El proyecto se desarrolló en este contexto, con estudiantes de sexto año, por lo tanto, las tabletas fueron utilizadas en primer lugar para desarrollar algunas de las actividades planteadas, además de otras herramientas digitales que se describirán más adelante.

Una crítica hecha al desarrollo de los diferentes proyectos que han sido impulsados por el propio gobierno, se refiere a que desaparecen con el arribo de nuevos funcionarios y gobiernos, dejándolos sin la posibilidad de ampliación y mejora, es decir, no tienen la continuidad necesaria para el desarrollo e implementación que este tipo de propuestas educativas requieren para contribuir de manera efectiva en el aula y para que los profesores las utilicen paulatinamente y se vuelvan expertos en su aplicación didáctica (Valdez, 2012).

### **Las Tecnologías Digitales en la educación**

Las Tecnologías Digitales (TD) en el ámbito de la educación, han promovido nuevas maneras de acceder, organizar, localizar, recuperar, codificar y dar significado a la información, también han cambiado la calidad y la cantidad de la información, permitiendo hacer uso de éstas como una herramienta para crear nuevas formas de organizar las actividades de aprendizaje y tener una nueva visión de la enseñanza permitiendo pensar, aprender reconocer, representar y transmitir a otras personas los conocimientos y aprendizajes adquiridos (Bartolomé, 2005).

La relación que existe entre los profesores, los estudiantes y los contenidos cambia al hacer uso de las Tecnologías Digitales dentro del aula, Coll (2004), menciona cinco características que influyen en este cambio:

- *El formalismo*, es decir, la planeación de las acciones.

- La *interactividad*, la posibilidad de que el estudiante establezca una relación contingente con la información y su búsqueda.
- El *dinamismo*, permite interactuar en realidades virtuales.
- La *multimedia*, hace alusión a la capacidad de los entornos basados en las TD para combinar e integrar diferentes tecnologías específicas.
- La *hipermedia*, combina la característica multimedia con la lógica hipertextual para la representación y transmisión de la información, es decir, en lugar de seguir una lógica secuencial se opta por presentar paquetes de información con vínculos o conectores facilitando la posibilidad de navegar entre ellos.
- La *conectividad*, la cual hace referencia a las posibilidades que ofrecen los ambientes basados en las Tecnologías Digitales para establecer redes de información y comunicación con múltiples puntos de acceso.

Con el uso de las Tecnologías Digitales estas interacciones se modifican a favor de un mejor ambiente que facilita el aprendizaje con significado. Contar con estas herramientas dentro del salón de clases, cambia la interacción entre los profesores, los alumnos y entre el qué y el cómo se va a enseñar; de esta manera los profesores tienen más opciones para la planeación de las situaciones y actividades que se realizan en el salón de clases con el fin de facilitar la asimilación de los nuevos aprendizajes y su integración a los conocimientos previos, y a su vida diaria.

Dentro de los salones de clase según Coll (2004), las Tecnologías Digitales son usadas para reforzar, apoyar o poder llevar a la práctica diferentes planteamientos y modelos o metodologías pedagógicas preexistentes. La utilización de la multimedia e internet para promover un mejor aprendizaje ha provocado que nazcan otros escenarios de aprendizaje, escenarios donde los temas que se tratan, en clase, con el fin de que sean entendidos, ya no son tan carentes de significado. Lo anterior, debido a que herramientas como las TD, propician que los estudiantes puedan visualizar muchos de los conceptos de los que se habla en los libros de texto y que, a veces, sólo son ilustrados mediante imágenes en pequeños

espacios de las páginas, lo cual, no es suficiente, para que los estudiantes logren comprenderlos, lo que evita que puedan profundizar en los temas.

Con el uso de las imágenes que están en internet (que son bastas y pueden ampliarse o reducirse, según lo desee el usuario), además de los vídeos, y el hipertexto, el usuario puede ver e informarse de todo cuanto le importe sobre un tema, el aprendizaje se vuelve motivante en sí mismo, se le permite a los usuarios que busquen información, de forma individual, sobre aquello que más les haya interesado, así como profundizar en conceptos que son necesarios para entender los temas tratados en clase.

La función de los docentes en ambientes escolares en los que se hace uso de las tecnologías digitales, cambia, ya que la interacción dentro del salón de clases, pasa de estar centrada en el profesor a la posibilidad de realizar diseños tecnopedagógicos que permitan tanto la interacción directa con los contenidos sin mediar la intervención del/ de la profesor(a), como la interacción entre pares, propiciando así el aprendizaje colaborativo apoyado por las computadoras, logrando según Laferrière y Gervais (2008), que el salón de clases se convierta en una *comunidad de aprendices*, en la que:

- La experiencia sea distribuida progresivamente. Proporcionando oportunidades para compartir recursos y conocimientos con el fin de resolver problemas estructurados y complejos.
- La enseñanza sea reflexiva-colaborativa. La resolución de problemas se lleva a cabo en relación con los acontecimientos reales del aula.
- La construcción del conocimiento sea colaborativa. Se refiere al diseño de un contexto rico de aprendizaje en el que el significado se puede negociar y las formas de entender pueden surgir y evolucionar.

A pesar de los beneficios que puede traer hacer uso las Tecnologías Digitales como una herramienta educativa, las creencias y actitudes de los profesores ante la integración de las mismas a su práctica docente pueden ser una limitación para hacer uso de las mismas.

En un estudio realizado por Scrimshaw (2004), en conjunto con la Agencia Británica de Comunicación y Tecnología de la Educación (BECTA, por sus siglas en inglés) en el que

se pretendió dar a los docentes, a partir de una revisión de la literatura, recomendaciones para lograr hacer un mejor uso de las Tecnologías Digitales en las aulas, se realizó una encuesta en línea en la que se registraron las opiniones de los profesores y directivos de las escuelas sobre la integración de las Tecnologías Digitales a su práctica docente.

En dicho estudio, se encontró que algunos de los factores que lleva a que los profesores no hagan uso de las TD en su práctica, tienen que ver con el momento en el que éstas son integradas, es decir, si las adaptan con rapidez o les lleva más tiempo este proceso; el género, fue otro factor importante, ya que las/los profesoras/es necesitan una mayor confianza para adoptar el uso de las Tecnologías Digitales. Estos resultados se relacionan con lo mencionado por BECTA (2004), sobre las diferentes razones por las que las escuelas adoptan o no las Tecnologías Digitales, entre las causas que se señalan están: los *factores individuales*, tales como, la falta de habilidades y la formación insuficiente de los profesores; los *factores a nivel sistema*, que se refieren a las políticas nacionales y lo complejo que resulta la integración de las TD en el currículo; uno de los factores más determinantes son las *actitudes de los profesores* sobre el uso de éstas en la educación.

Las barreras para el uso de Tecnologías Digitales desde la percepción de los profesores son:

1. Problemas técnicos.
2. Falta de apoyo en su uso.
3. Falta de comprensión de sus beneficios para el aprendizaje y la forma de integrarlas al plan de estudios.
4. Falta de tiempo para hacer uso de ellas en la clase y para su capacitación.

Uno de los mayores obstáculos a los que se enfrenta la inserción de las TD en los ambientes educativos es lograr un cambio de visión en los docentes acerca de lo que es la enseñanza y de cómo se puede potencializar el aprendizaje a partir del uso de estas herramientas (Laferrière y Gervais, 2008). Si bien los profesores tienen una amplia y valiosa experiencia impartiendo clases de manera tradicional, es necesario que se les sensibilice al uso de otros materiales que les beneficiarán en su desarrollo profesional, e impactarán en el aprendizaje de los alumnos, debido a que al tener una nueva forma de organizar la información y de

acceder a ella, se enriquecen sus esquemas cognitivos, logrando un mayor entendimiento de los conceptos que deben ser revisados en clase, provocando que los estudiantes tengan una motivación intrínseca por aprender.

En este contexto, Goodwin (2012), menciona que las tabletas electrónicas son una “herramienta para el aprendizaje”, ya que la integración de una gama de tecnologías periféricas dentro de un dispositivo como son una cámara de vídeo, grabadora de voz, acceso a internet, un diseño intuitivo, una interfaz sencilla, la integración de aplicaciones, la pantalla táctil y las capacidades multimedia, se identificaron como atributos distintivos de las tabletas que facilitaron el aprendizaje.

Mares (2012), evaluó el potencial y las limitaciones del uso de las tabletas electrónicas para promover una educación inclusiva y de calidad mediante el análisis de algunas experiencias de su uso y la documentación disponible. La autora menciona que el hecho de que los estudiantes usen las tabletas en el aula aumenta su motivación y su disposición al aprendizaje ya que éstas son útiles para acceder a contenidos educativos de distintos formatos y características como: leer, jugar, ver vídeos, y demás, su sistema operativo permite un despliegue rápido de textos que tienen la posibilidad de ser complementados con imágenes, vídeos y audio.

En la actualidad existen diferentes aplicaciones educativas que se pueden emplear en diversos ámbitos como las artes, el desarrollo inicial de habilidades motrices y espaciales, el desarrollo del pensamiento lógico, aprendizaje interactivo e inicial del lenguaje, entre otros aspectos. Sin embargo, algunos autores, mencionan que los usos de las TD pueden ser más beneficiosos para algunas asignaturas y conceptos que para otros (Goodwin, 2012; Mares, 2012). Es así que el hecho de que una escuela cuente con tabletas electrónicas no significa que los profesores deben hacer uso de éstas todo el tiempo ni para enseñar todos los contenidos académicos, si bien son un recurso que permite un mejor entendimiento de los conceptos que se deben aprender en la escuela, éstas pueden tener mejores aplicaciones y resultados en ciertas materias. Una introducción exitosa de las tabletas en las aulas debe estar acompañada de una persona que sea capaz de identificar aquellos momentos en los que no es necesario hacer uso de éstas y los momentos en los que con ellas se puede promover un mejor

entendimiento de los contenidos académicos y ejemplificar aquellos conceptos difíciles de comprender.

Es por eso que el hacer uso de un diseño instruccional que permita guiar a los profesores en la integración de las TD a su práctica docente, resulta indispensable.

### **El diseño instruccional y las etapas de Robert Gagné**

El diseño instruccional nació de la psicología conductista y de la ingeniería de sistemas, con el fin de considerar las situaciones internas y externas, sin embargo, también ha sido influido por la psicología cognitiva (Williams, Schrum, Sangrà, s.f.). Los fundamentos teóricos del diseño instruccional son las teorías del aprendizaje y las teorías de instrucción. También se apoya en las teorías descriptivas que puntualizan cómo aprenden las personas, y las prescriptivas, que son aquellas que guían la formación y el modo de llevarla a cabo, ayudando a lograr los propósitos del aprendizaje. Por lo tanto, *el objetivo del diseño instruccional es producir una formación eficaz, competente e interesante, y el rol del diseñador instruccional es crear un ambiente en el que los estudiantes interactúen significativamente con el material académico*, promoviendo los procesos de selección, organización, e integración de la información.

Un modelo genérico del diseño instruccional, llamado ADDIE, se desarrolla en las siguientes etapas: 1) análisis, 2) diseño, 3) desarrollo, 4) implementación y 5) evaluación (Williams, *et al*, s.f.).

Existen otros tipos de diseño instruccional; sin embargo, el presente trabajo se centró en el modelo de diseño instruccional ASSURE (por sus siglas en inglés). El modelo ASSURE según Williams *et al* (s.f), consta de las siguientes seis fases:

- Analizar a los estudiantes (Analyze): descripción de las características generales, el conocimiento, las habilidades y las experiencias previas y estilos de aprendizaje de los estudiantes.



- Fijar objetivos (State): ¿Cuáles son los aprendizajes esperados del curso y de cada unidad? ¿Qué harán los alumnos o qué sabrán y cómo se espera que demuestren su aprendizaje? Pueden ser resultados actitudinales, cognitivos o psicomotrices.
- Seleccionar (Select): los métodos de formación, los documentos multimedia y los materiales, entre éstos se pueden encontrar textos, imágenes fijas, vídeo, audio y material multimedia.
- Utilizar los medios y materiales (Utilize): ya que éstos constituyen el núcleo de cualquier curso, todas las piezas deben encajar juntas para posibilitar los objetivos que crearán los resultados deseados.
- Demandar la participación de los alumnos (Require): Sin el involucramiento de los alumnos, la actividad caerá en la pasividad.
- Evaluar y revisar (Evaluate): La evaluación debe incluir los aspectos formativos y sumativos de los alumnos y del formador.

Además del diseño instruccional ASSURE, para planear las secuencias didácticas del proyecto, se hizo uso de las etapas que plantea Robert Gagné (1970), para quien son importantes las *estrategias cognitivas* que según el autor se refieren a las destrezas de organización interna, que rigen el comportamiento del individuo en relación con su atención, lectura, memoria, pensamiento, entre otros. Las estrategias cognoscitivas influyen en las actividades de procesamiento de información. Cuando se adquieren estrategias cognoscitivas se puede decir que se han adquirido procedimientos que permiten aprender a aprender. Por lo tanto, en la medida en que los estudiantes se apropien de tales estrategias y las almacenen en su sistema de memoria como habilidades cognoscitivas, se podría decir que poseen herramientas que pueden contribuir en forma determinante a que exhiban ejecuciones inteligentes.

Los procesos de aprendizaje según Gagné (1970), se estructuran en las siguientes etapas:

- Motivación: Es la fase inicial, que consiste en crear una expectativa que mueve al aprendizaje y que puede tener un origen externo o interno.

- **Comprensión:** Se denomina así a la atención del aprendiz sobre lo que es importante, y consiste en el proceso de percepción de aquellos aspectos que ha seleccionado y que le interesa aprender.
- **Adquisición y retención:** Este es el momento crucial del proceso de aprendizaje, porque marca la transición del no-aprendizaje al aprendizaje.
- **Recuerdo y transferencia:** Son fases que corresponden al perfeccionamiento del aprendizaje. El recuerdo hace posible que la información se pueda recuperar mientras que la transferencia permite que se pueda generalizar lo aprendido, que se traslade la información aprendida a diversos contextos e intereses.
- **Respuesta y retroalimentación:** La fase de respuesta corresponde a la instancia de desempeño, que se constituye en un parámetro importante del aprendizaje. La retroalimentación consiste en el proceso de confrontación entre las expectativas y lo alcanzado en el aprendizaje. De esta manera el aprendizaje se verifica, se afirma, se corrige y avanza.

El diseño instruccional es indispensable para la planeación de proyectos educativos y para lograr integrar las Tecnologías Digitales y otras estrategias didácticas a la práctica docente.

# CAPÍTULO 1. CREATIVIDAD Y CREATIVIDAD CIENTÍFICA

*“La creatividad es la inteligencia divirtiéndose”*

*Albert Einstein*

## **1.1 Fundamentos teóricos de la creatividad**

Desde la psicología de la creatividad, ésta ha sido definida como “El estado de conciencia que permite generar una red de relaciones y conexiones mentales para identificar, plantear y resolver problemas de manera relevante y divergente” (Guilera, 2011).

Torrence (1974), definió la creatividad como “el proceso de descubrir problemas o lagunas de información, formar ideas o hipótesis, probarlas, modificarlas y comunicar los resultados”. La creatividad, según el autor, se compone de cuatro componentes:

- **Fluidez.** Es la facilidad para generar un número elevado de ideas, es decir, es la habilidad para producir un número elevado de respuestas dentro de un campo determinado, a partir de estímulos verbales o figurativos.
- **Flexibilidad.** Es la característica mediante la cual se transforma el proceso para alcanzar la solución del problema o el planteamiento de este, es decir, comprende un cambio, un replanteamiento o reinterpretación. Es la capacidad para cambiar de un enfoque de pensamiento a otro y para utilizar diferentes estrategias de resolución de problemas.
- **Originalidad.** Es la característica que define a la idea, proceso o producto como algo único o diferente, se refiere a la habilidad para producir respuestas novedosas poco convencionales, lejos de lo usual y lo establecido. Es interpretada estadísticamente, una respuesta que es rara, que ocurre sólo ocasionalmente en una población dada, es considerada original.

- **Elaboración.** Es el nivel de detalle, desarrollo o complejidad de las ideas. Se refiere a una capacidad para desarrollar, completar o embellecer una respuesta determinada (Hu y Adey, 2002; Jiménez, Artiles, Rodríguez y García, 2007; Oliveira y Serra, 2005).

Guilera (2011), menciona otros dos elementos de la creatividad: la actitud y la aptitud creativas.

**La actitud creativa** está integrada por los siguientes componentes:

- **Instinto de curiosidad:** la curiosidad es lo que nos lleva a vivir nuevas experiencias, por lo tanto, es el primer motor de la creatividad, debido a que sin curiosidad no hay búsqueda; y sin búsqueda, es casi imposible que se produzca un hallazgo. Además, sin curiosidad no hay aprendizaje. Por lo tanto, los profesores deben despertar la curiosidad de sus estudiantes si quieren obtener su atención.
- **Inconformismo:** el creador se plantea sistemáticamente la posibilidad de mejorar lo existente con alternativas nuevas, y tiene capacidad para analizar lo opuesto, visualizar lo diferente, contrariar el juicio de la mayoría y para encontrar caminos diferentes.
- **Motivación:** un creador tiene alta motivación, percibe los problemas o dificultades como un desafío y los afronta con pasión. La motivación puede facilitar que la mente creativa advierta más fácilmente la diversidad de enfoques y la multiplicidad de vías alternativas para acceder al objetivo, es decir, la motivación influye positivamente en la fluidez mental.
- **Iniciativa:** se refiere a la disposición personal para idear y emprender actividades, para dirigir acciones, para protagonizar, promover y desarrollar ideas, y para liderar equipos de trabajo. La iniciativa influye en la toma de decisiones que es inherente al proceso creativo, ya que ésta se hará con la rapidez necesaria y no se perderán las oportunidades.

- *Profundidad*: las personas creativas piensan con profundidad, es decir, no se conforman con las respuestas elementales, buscan aspectos y matices no tan aparentes ni tan visibles en primera instancia.
- *Perseverancia*: hace referencia a la capacidad para resistir la frustración de los fracasos, aprender de ellos y persistir en la búsqueda de la solución deseada con tenacidad y sin darse por vencido. La perspectiva proporciona una capacidad de concentración necesaria para el proceso creativo.
- *Autoestima*: es decir, valorar de manera positiva las propias aptitudes y confiar en ellas para lograr el éxito en su empeño creativo. Ya que la autoestima es un principio dinámico del crecimiento y perfeccionamiento personal y se refuerza con los logros adquiridos, a mayor autoestima, mayor creatividad; a mayor creatividad, mayor autoestima.

La actitud creativa es condición necesaria pero no suficiente para la creatividad, es necesario que venga acompañada de la **aptitud creativa** adecuada, misma que se compone de los siguientes elementos:

- *Sensibilidad perceptiva*: es la capacidad de captar a través de los sentidos el mundo que nos rodea y las distintas situaciones particulares, pero percibiendo detalles y matices que no todas las personas ven. Percibir de manera distinta es la vía natural para llegar a la construcción de un nuevo concepto no existente.
- *Detección y delimitación de problemas*: es la capacidad de detectar y delimitar un problema importante donde la mayoría de las personas sólo ve normalidad o problemas insignificantes, esa es una habilidad fundamental de las personas creativas; un creador debe partir de la detección de algo a solucionar o de algo a mejorar.
- *Análisis de los problemas*: analizar un problema, permite conocer su amplitud para lograr solucionarlo. Las aptitudes concretas para llevar a cabo el análisis de los problemas, se enlistan a continuación:
  1. *Capacidad intuitiva*: la intuición nos permite visualizar y comprender un conjunto a partir de un solo fragmento, nos da la capacidad de contrastar las

situaciones nuevas con la experiencia acumulada y establecer en milésimas de segundo propuestas razonables de actuación.

2. *Reconocimiento de pautas*: el cerebro humano es una máquina de reconocimiento de patrones. De manera a menudo inconsciente, tenemos almacenado un gran conjunto de patrones y pautas percibidas a lo largo de nuestras vivencias. Las diferencias personales en esta cualidad pueden ser importantes.
  3. *Perspicacia*: proporciona una comprensión profunda de una situación y nos advierte de cuáles son los datos más relevantes en medio de la pluralidad de datos, ya que las personas perspicaces van directamente al núcleo del problema.
  4. *Racionalización*: es el poder de la función analítica y lógica del cerebro humano, la capacidad de deducir e inducir. La capacidad de optimizar el uso de los recursos y simplificar los procesos.
  5. *Flexibilidad mental*: es la capacidad de saber cambiar de enfoque y reestructurar los conceptos.
  6. *Fluidez mental*: se trata de la capacidad para producir en poco tiempo ideas y soluciones alternativas en cantidad y calidad de una manera permanente y espontánea.
- Planificación de soluciones para los problemas: se compone de los siguientes elementos:
    1. *Autoconocimiento*: es la conciencia objetiva de las fortalezas y carencias propias, se trata de eludir las carencias y potenciar las fortalezas para conseguir mayor eficacia.
    2. *Autonomía*: el creador debe tener la capacidad para comprender, formular y realizar sus tareas profesionales según su propia iniciativa y sin ayudas externas. Por lo tanto, es importante proporcionar a los

graduados de cualquier carrera las competencias esenciales de su profesión junto a la competencia transversal de poder aprender por si solos y poder aprovechar los conocimientos aportados por cualquier otra rama del saber.

3. *Dominio del campo de actividad:* la acumulación de estudios y experiencias del campo de actividad concreto es básica, por lo tanto, se debe ser consciente de que es difícil obtener resultados igual de buenos que en aquellos campos del saber que no dominamos.
4. *Inventiva:* es la capacidad de descubrir utilidades y funcionalidades poco habituales de los objetos y de las herramientas disponibles, de crear nuevos métodos. Se basa en la imaginación productiva, en el ingenio. Proporciona la resolución eficaz de los problemas con los recursos disponibles. Requiere grandes capacidades en poder de abstracción, imaginación, análisis y síntesis, ya que inventar no es tanto ver lo que todavía nadie ha visto, sino pensar lo que todavía nadie ha pensado sobre lo que todos vemos.
5. *Capacidad de innovación:* es la capacidad de descubrir relaciones entre experiencias antes no relacionadas, que se manifiestan en forma de nuevos esquemas mentales, como experiencias, ideas y procesos nuevos.
6. *Originalidad:* es la producción de respuestas atípicas, que se aparten de lo habitual y son estadísticamente infrecuentes. Para ello se considera los objetos y sus relaciones con las personas y el entorno bajo un nuevo ángulo hasta encontrar asociaciones novedosas, insólitas pero adecuadas y pertinentes para la resolución de un problema planteado.
7. *Capacidad de elaboración:* Para culminar el proceso creativo hace falta llevar el impulso conceptual creativo hasta la realización de un

producto o servicio. Pasar del concepto de partida al resultado final. El creador debe tener aptitudes para planificar, desarrollar y ejecutar proyectos que conviertan las formulaciones teóricas en soluciones y actuaciones decisivas.

Guilera (2011), menciona cinco niveles de creatividad (ver figura 1):

- *Creatividad expresiva*: se refiere a la libertad, espontaneidad e imaginación que son aplicadas a la expresión de una idea o emoción, algunos ejemplos son los dibujos de los niños es su primera etapa de expresión y gran parte de la creatividad artística.
- *Creatividad productiva*: la elaboración de un producto o servicio que permite la aplicación en el mundo real de nuevos conceptos o nuevas emociones, un ejemplo de esto son los diseñadores, arquitectos, directores de cine.
- *Creatividad inventiva*: a partir de las aptitudes de la flexibilidad mental y fluidez imaginativa, el autor genera inventos o descubrimientos basado en una nueva manera de ver las cosas o en el establecimiento de nuevas relaciones, ya que a veces la creatividad proviene de ver lo que todo el mundo tenía frente a sus ojos, pero nadie veía, ejemplo de lo anterior son los inventores, científicos, descubridores.
- *Creatividad para la innovación*: es la creatividad aplicada a conseguir la aceptación social de nuevas maneras de ver o utilizar las cosas existentes, como, por ejemplo, las empresas innovadoras, modistos, artistas multimedia.
- *Creatividad emergente*: se refiere a la producción de nuevos paradigmas de trabajo, nuevas escuelas o nuevos planteamientos tecnológicos, lo cual requiere grandes aptitudes en la reestructuración de la realidad existente, un ejemplo de estos son los creadores de Apple, Facebook, Google.





**Figura 1. Organización de los niveles de la creatividad, según, Guilera (2011).**

Como proceso, la creatividad comprende distintas fases: toma de conciencia, incubación, iluminación, verificación y comunicación (Guilera, 2011; Oliveira y Serra, 2005). Es decir, para que exista aprendizaje creativo, el individuo tiene que tener conciencia de que existen lagunas de conocimiento, disonancias, o problemas que requieren nuevas soluciones, para después buscar información relacionada con los elementos que faltan o con las dificultades, con el fin de identificar cuál es el problema o laguna de conocimiento. A lo largo de este período, se entra en la fase de “encajar las piezas”, es decir, ir dando sentido a las ideas inicialmente difusas que va teniendo el individuo. Esta fase se acompaña de discusión, exploración y formulación de las posibles soluciones al problema. Todo esto sucede durante la fase de incubación, que culmina frecuentemente con el nacimiento de una nueva idea. Tras ésta, se realiza un esfuerzo deliberado para probar, modificar, comprobar y perfeccionar la idea. Finalmente, se produce la comunicación de los resultados.

Aunado a lo anterior, Guilera (2011), enlista las etapas del proceso creativo:

1. Detección de la dificultad o problema.

2. Definición y delimitación del problema.
3. Preparación. Revisión de toda la información disponible.
4. Si falta información, buscarla.
5. Generación de ideas. Formulación de distintas soluciones alternativas (aplicando estrategias mentales y técnicas de creatividad).
6. Si las ideas no vienen, incubar el problema, es decir, relajar la mente.
7. Iluminación. Aparición de una nueva idea.
8. Desarrollo de las ideas. Esbozos, maquetas, pruebas pilotos, proyectos completos cuando sea preciso.
9. Evaluación crítica de las soluciones propuestas. Comparativa de ventajas y desventajas.
10. Si no hay soluciones válidas, volver a la etapa número dos.
11. Si hay soluciones válidas, aceptarlas y perfeccionarlas.

Un último aspecto que se menciona, es el trabajo en equipo, esto debido a que, si el equipo está bien motivado y bien coordinado, es siempre una ayuda importante para obtener un mayor nivel de creatividad, en especial si se conforman equipos con personas con distintos perfiles. Que trabajen juntas personas que miran diferente, que piensan diferente y que tienen distintas habilidades, hace que se sumen las múltiples motivaciones (cuando uno flaquea, otro empuja), que la autocrítica sea rápida y más potente, que se sumen las distintas competencias, así como los recursos y las herramientas, y, por lo tanto, se obtenga una inteligencia y una creatividad colectiva muy superior a la suma de las inteligencias y creatividades individuales (Guilera, 2011).

Finalmente, algunos autores mencionan que la creatividad es considerada como la inteligencia, debido a que es algo que cualquiera posee en mayor o menor medida, que no es un calificativo fijo sino por el contrario es un talento que cada uno puede desarrollar en grados variables; es una habilidad innata del ser humano que, además puede desarrollarse a través de la práctica diaria (López y Brufau, 2010).

### **1.1.1 Creatividad en la Educación**

Borjas y De la Peña (2009), y Hernández y Hernández (2012), mencionan que, en la cotidianidad de la escuela, el desarrollo del pensamiento creativo no ocupa un lugar especial, ni privilegiado, a pesar de que la creatividad es necesaria en todas las actividades educativas porque permite el desarrollo de aspectos cognoscitivos y afectivos importantes para el desempeño productivo. Por lo tanto, su incorporación a las aulas posibilita que los estudiantes sean capaces de enfrentar los retos de una manera diferente y audaz, lo cual es una meta de la escuela como institución formadora de individuos (López y Brufau, 2010).

Hernández y Hernández (2012), afirman que si se desea que los alumnos sean pensadores, investigadores e innovadores; no sólo aprendices, memorizadores e imitadores, estudiantes que no sean repetidores del pasado, sino productores de nuevos conocimientos; no sólo basados en lo que se ha escrito, sino alertas a encontrar lo que aún no se ha escrito; es necesario promover un entorno divertido donde los estudiantes jueguen a pensar, crear, re-crear, investigar, construir, diseñar, comunicar y cuestionar cada uno de los sucesos que ocurren a su alrededor. Torrance (1981, citado por Lee y Erdogan, 2007), indicaba que el aprendizaje creativo mejora la motivación, el estado de alerta, la curiosidad, la concentración y el logro de los estudiantes. Ya que la creatividad no sucede por casualidad, se recomienda que la enseñanza de la ciencia se lleve a cabo haciendo uso de preguntas provocadoras y se cree un ambiente seguro para explorar, tomar riesgos, experimentar y especular, ya que esto puede mejorar la creatividad de los estudiantes (Lee y Erdogan, 2007).

Lee y Erdogan (2007), mencionan que cuando la enseñanza de la ciencia empieza con preguntas, con un problema y una situación que es relevante y apropiada para los estudiantes, entonces, los alumnos pueden investigar las preguntas, los problemas y las situaciones para explorar y considerar posibles soluciones. Estos autores, mencionan que una forma efectiva de mejorar los resultados de aprendizaje de temas científicos y además desarrollar más actitudes positivas hacia las ciencias, y habilidades creativas en los estudiantes, radica en alentarlos a realizar sus propias preguntas, y a que las discutan con sus compañeros en una atmósfera de libertad, siendo el profesor un facilitador que pasa la mayor parte del tiempo guiando a los estudiantes en un activo y extendido cuestionamiento científico y les provee

oportunidades de discutir y debatir sobre temas científicos. Bajo estas circunstancias, el interés de los estudiantes por los temas científicos se incrementa, los alumnos se vuelven más curiosos acerca del mundo, y comienzan a ver las ciencias como una manera de lidiar con los problemas.

### **1.1.2 Concepto de Creatividad Científica**

Hu y Adey (2002), mencionan que dentro de la creatividad en general, existe una creatividad específica de ciencias, necesaria en la solución de problemas, la generación de hipótesis, el diseño de experimentos y la innovación técnica, esto requiere de una creatividad que es específica de las ciencias. Los autores mencionan que la creatividad juega un papel importante en los descubrimientos científicos, ya que la investigación científica requiere de ésta para ir más allá del conocimiento y de las técnicas conocidas, lo anterior es necesario para crear nuevas formas de entender la realidad, los autores mencionan que:

La resolución de los problemas científicos exige que los estudiantes exploren su repertorio de conocimientos, imaginen formas distintas de resolver dichos problemas y creen combinaciones novedosas del conocimiento. Por esta razón, la creatividad científica debería ser considerada como una parte importante dentro del pensamiento científico (p.389).

Por lo tanto, Hu y Adey (2002), señalan que la creatividad científica es digna de atención como parte de la educación de los estudiantes, tanto para los que se convertirán en científicos como para quienes necesiten comprender la manera en la que trabajan los científicos como parte del entendimiento general de la sociedad.

La creatividad científica es definida como “una clase de rasgo intelectual o la habilidad para producir o reproducir potencialmente un cierto producto que sea original y tenga valor social o personal, diseñado con un cierto propósito en la mente, usando la información dada” (Hu y Adey, 2002, p.392). Estos autores hacen referencia a un conjunto de hipótesis acerca de la estructura de la creatividad científica:

- Es diferente de otras formas de creatividad, ya que se refiere a experimentos científicos creativos, hallazgos científicos creativos y a la resolución creativa de problemas, y la actividad creativa de la ciencia.
- Es una clase de habilidad. La estructura de la creatividad científica por sí misma no incluye factores no intelectuales, a pesar de que los factores no intelectuales pueden influir a la creatividad científica.
- Debe depender de los conocimientos científicos y habilidades.
- Debe ser una combinación de la estructura estática y la estructura de desarrollo. El adolescente y el científico maduro, tienen la misma estructura mental básica de creatividad científica, pero la de este último es más desarrollada.
- La creatividad y la inteligencia analítica son dos factores diferentes de una función singular procedente de la habilidad mental.

Hu y Adley (2002) y Mun, Mun y Kim (2015), mencionan que la imaginación científica es importante dentro de la creatividad científica, ya que los científicos se aproximan y resuelven problemas usando imaginación y creatividad, debido a que, por ejemplo, cuando los científicos desarrollan nuevas teorías, visualizan los fenómenos científicos, imaginan situaciones virtuales y construyen posibles explicaciones. Además, argumentan que la imaginación, en la forma de experimentos de pensamiento, puede llevarse a cabo en la enseñanza de las ciencias.

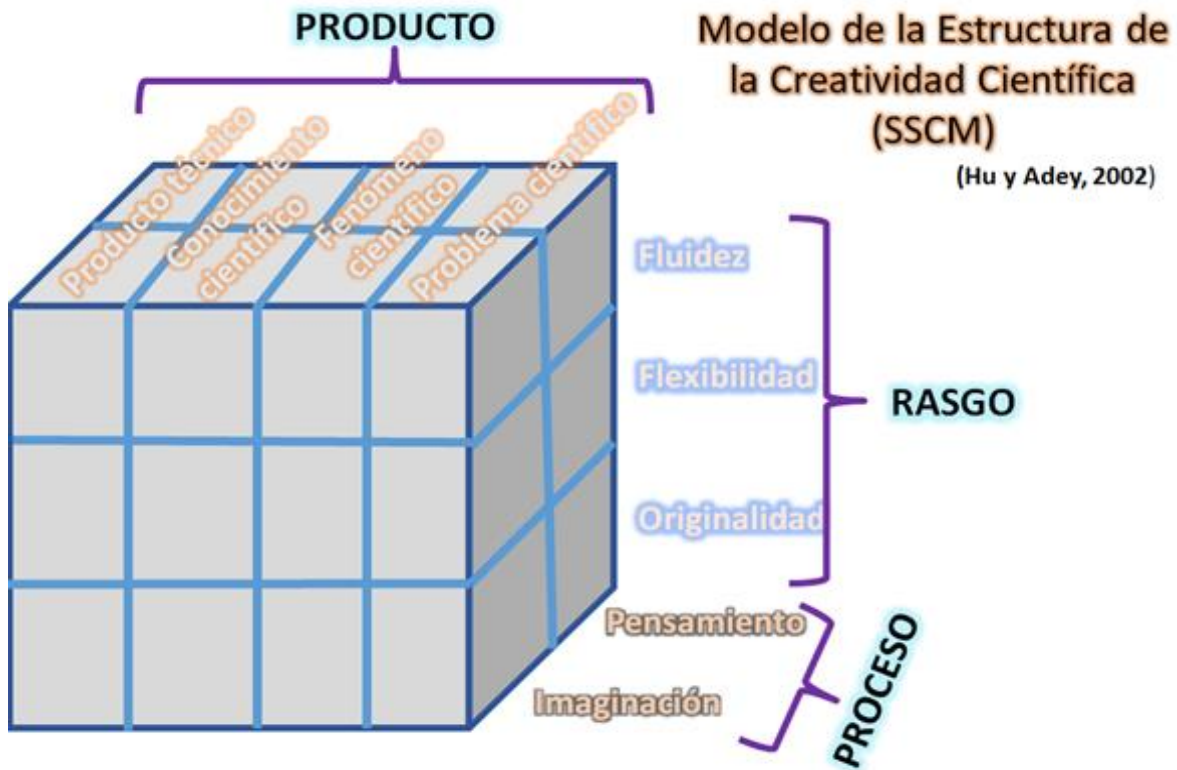
Mun *et al* (2015), definen la creatividad científica como “la habilidad para pensar creativamente con el fin de crear o resolver problemas basados en el entendimiento de los conceptos o fenómenos, experiencias pasadas y conocimiento científico, incluyendo, por lo tanto, el punto de vista de que la imaginación se relaciona con los sentimientos y las emociones” (p.2095). La imaginación científica ayuda a ver la naturaleza más allá de los marcos teóricos existentes o verlos desde nuevas perspectivas; tiene metas definidas y causa efectos en la investigación de los temas; facilita la consideración de la realidad basada en el conocimiento científico; diversas experiencias, curiosidad y asombro actúan como las fuerzas impulsoras de la imaginación de los científicos. Basados en todo lo antes

mencionado, Hu y Adley (2002), crearon el Modelo de la Creatividad Científica, el cual se describirá en el siguiente apartado.

### **1.1.3 Modelo de la Creatividad Científica**

Hu y Adey (2002), con el fin de proponer una base teórica en la que la medición de la creatividad científica, la investigación sobre la creatividad científica, y el cultivo de la creatividad científica puedan basarse, crearon el “Modelo de la Estructura de la Creatividad Científica” (SSCM, por sus siglas en inglés: Scientific Structure Creativity Model), el cual está compuesto por tres dimensiones:

- La primera está formada por los componentes: fluidez, flexibilidad y originalidad
- La segunda dimensión considera los productos científicos, haciendo una distinción entre los productos técnicos, avances en el conocimiento científico, entendimiento de los fenómenos científicos y la resolución de problemas científicos. La sensibilidad para los problemas científicos es considerada un componente de la creatividad científica. Einstein e Infield (1938, citados por Hu y Adey, 2002), argumentan que la formulación de un problema es a menudo más importante que su solución, que puede ser una cuestión de habilidad matemática o experimental.
- La tercera dimensión se refiere a los procesos, e incluye la imaginación científica y el pensamiento científico. Los autores mencionan que Einstein (1938), argumentaba que el lenguaje como está, escrito o hablado, no parece jugar un papel significativo en su mecanismo del pensamiento, sino que refirió a signos físicos y a más o menos imágenes claras que se producían y combinaban de forma voluntaria. La figura 2 presenta el modelo SSCM propuesto por Hu y Adley (2002).



**Figura 2.** Esquema del Modelo de la Estructura de la Creatividad Científica, según, (Hu y Adley, 2002).

Basados en este modelo, Hu y Adey (2002), han desarrollado el Test de Pensamiento Científico Creativo, mismo que fue utilizado en este trabajo para realizar parte de la evaluación inicial y final. Este test consta de siete tareas que evalúan la imaginación científica, el pensamiento científico, así como, la fluidez, la originalidad y la flexibilidad. Los autores administraron el Test a 160 estudiantes de secundaria en Reino Unido, entre 12 y 15 años de edad. En cuanto a la consistencia interna del test, los autores, obtuvieron un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.893, lo que para un test con sólo siete ítems es un indicador altamente satisfactorio de consistencia interna. Finalmente, los autores mencionan que este instrumento podría ser usado por investigadores interesados en conocer los factores que influyen el desarrollo de la creatividad científica de los estudiantes o en si la creatividad científica de los estudiantes puede ser desarrollada mediante algún programa de intervención específico.

#### 1.1.4 Imaginación científica

Albert Einstein (1879-1955) señaló: “Tengo lo suficiente de un artista como para expresar libremente lo que mi imaginación produzca. La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado, la imaginación no.”

Sin embargo, a pesar de lo que decía Einstein, en la enseñanza de la ciencia (como se verá más adelante) no se promueve la imaginación, ni la creatividad, sino que las ciencias se enseñan como un listado de eventos, conceptos y cifras que se deben memorizar y que anulan la curiosidad, el espíritu de la innovación y la imaginación de los estudiantes (García y Matkovic, 2012).

El pretender que los estudiantes memoricen datos y cifras se complica al saber que a medida que las ciencias avanzan, cada vez son más los datos que un científico deberá acumular en su cerebro, por lo cual, el problema no es olvidar datos inservibles sino determinar qué es lo que queremos recordar, por lo cual, es necesario guardar sólo los datos importantes, y hacer uso del razonamiento y la imaginación, pues, en las ciencias, la curiosidad, la imaginación, y por lo tanto, la creatividad son la base de la innovación, que es lo que mantiene vivas las ciencias (García y Matkovic, 2012).

La creatividad en las ciencias se nutre de la imaginación generando nuevas ideas o asociando conceptos sin aparente conexión previa, lo que permite dar origen a resultados originales y novedosos, esto, debido a que la imaginación tiene como característica ser original, pues cada persona posee una única y particular forma de producir imágenes mentales, por lo tanto, la imaginación es uno de los motores que mueven la creatividad, la cual radica en la libertad de pensar, de soñar, de jugar (García y Matkovic, 2012).

García y Matkovic (2012), definen la imaginación en las ciencias como “la capacidad que poseemos los humanos de abstraernos más allá del ‘sentido común’. Dando forma así, a la manera en que ocurren los eventos, el funcionamiento de maquinarias y herramientas, y los diferentes hechos observados” (p.60).



Según Mun *et al* (2015), la imaginación científica, se compone de la Sensibilidad Científica, la Creatividad Científica y la Productividad Científica. Estas áreas están conformadas por dos factores cada una:

- *Sensibilidad científica*: Fuerza que conduce a que los estudiantes puedan imaginar.
  1. Entendimiento emocional: Habilidad para entender conceptos y fenómenos científicos con un sentido de emoción.
  2. Experiencia de imaginar: Habilidad para considerar interesantes y curiosas cosas inusuales y extremas.
- *Creatividad científica*: Imaginar científicamente, habilidades para imaginar o resolver problemas.
  1. Originalidad. Se refiere a no pensar de manera estándar o estereotipada, sino a pensar de manera diferente.
  2. Diversidad. Se refiere al entusiasmo por las actividades científicas, y la tendencia a explorar, en detalle, los datos pertinentes.
- *Productividad científica*: Tener un propósito y usarlo para producir algo.
  1. Creación y reproducción: Deseo de encontrar nuevos métodos o crear nuevas cosas.
  2. Sentido científico de la realidad: Significa entender si se imagina que las cosas pueden ser posibles en la realidad.

Basados en los componentes anteriores, Mun *et al* (2015), desarrollaron un instrumento que evalúa la Imaginación Científica, el cual llamaron Inventario de Imaginación Científica (SII, por sus siglas en inglés), dicho instrumento se retomó en este trabajo. El inventario está compuesto por 19 ítems con cinco opciones de respuesta: a) Totalmente en desacuerdo; b) En desacuerdo; c) Incierto; d) De acuerdo; e) Totalmente de acuerdo.

En el estudio realizado por los autores, el instrumento fue administrado a 662 estudiantes del cuarto al octavo grado, en una primaria y una secundaria de Corea.

En cuanto al inventario, los resultados arrojaron que el coeficiente de consistencia interna de fiabilidad alfa de Cronbach fue de .79 para todos los ítems. El rango de la correlación entre los seis factores fue de .20 a .46, y el rango de correlación entre las tres dimensiones y cada factor fue de .27 a .84. los resultados de las tres dimensiones muestran que la consistencia interna de fiabilidad de cada dimensión fue de .67 para la sensibilidad científica, de .55 para la creatividad científica, de .62 para la productividad científica, y de .79 para todos los ítems. Estos resultados sugieren que hay un nivel aceptable de consistencia interna para los seis factores.

Por otro lado, los investigadores, encontraron que existe un decremento de la imaginación científica en el séptimo grado, después de que se incrementa hasta el sexto grado. Esto puede estar influido por factores específicos como la experiencia de los estudiantes durante la graduación de la escuela elemental y el ingreso a la escuela secundaria, ya que esto implica moverse a un nuevo ambiente y los estudiantes deben adaptarse a los cambios. Aunado a lo anterior, el decremento observado en el séptimo grado es mayor que el observado del cuarto al sexto grado, lo cual podría explicarse, según los autores, porque en Corea, la enseñanza de las ciencias... en la escuela básica da más importancia a varias actividades relacionadas con la ciencia que integran la ciencia y el arte, como el dibujo científico y la escritura imaginativa. Por lo tanto, en la escuela básica, los estudiantes tienen más oportunidades de pensar imaginativamente.

Estos resultados coinciden con lo mencionado por García y Matkovic (2012), quienes afirman que los niños pequeños se hacen preguntas como ¿Por qué brilla el sol? ¿Qué hay ahí afuera? ¿Qué tan grande es el mundo? Sin embargo, cuando llegan a la edad de los 13 o 14, o 15 años, los jóvenes comienzan a perder esta curiosidad científica. Lo cual, se debe a la forma en la que se enseñan las ciencias en la escuela. Tema que se abordará en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 2. EL PROCESO DE APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

*“La formulación de un problema es frecuentemente más esencial que su solución, que puede ser tan solo un asunto de destreza matemática o experimental. Plantearse nuevas cuestiones, nuevas posibilidades, ver viejos problemas desde un nuevo ángulo, requiere una imaginación creadora y marca un avance real en la ciencia”*

*Albert Einstein*

### **2.1 La enseñanza tradicional de las ciencias**

La escuela es la encargada de la transmisión del conocimiento complejo, o sea de los conceptos de las ciencias que no se adquieren por la interacción con otros grupos socializados. Sin embargo, Sarro y Pérez (2001), y la UNESCO (2008), mencionan que el avance en el campo de la ciencia no ha ido acompañado de un desarrollo paralelo en su didáctica y metodología, ya que los conocimientos científicos han llegado con retraso al sistema educativo, el cual resulta ser rígido, incidiendo negativamente en la flexibilidad mental de los profesores y estudiantes, esto ha condicionado la creatividad y la capacidad de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Por lo cual, es importante que se generen nuevas formas que promuevan que el aprendizaje no se quede en el conocimiento de la información, sino en utilizar y relacionar ésta aplicándola a problemas nuevos o a situaciones inéditas, ya que generalmente los estudiantes deben resolver problemas que están preparados o bien estructurados, y no se acercan a la vida real.

Lo anterior incide en que las evaluaciones internacionales en el área de ciencias, muestren que los estudiantes mexicanos se encuentran por debajo del promedio en los resultados de la prueba PISA (un estudio promovido por la OCDE), que fue aplicada en los años 2006 y 2015 (INEE, 2016; OCDE, 2016). El propósito principal de la prueba PISA es

determinar en qué medida los estudiantes de 15 años, que están por concluir o ya han concluido la educación básica, han adquirido los conocimientos y las habilidades fundamentales para participar activa y plenamente en la sociedad actual. Dicha prueba utiliza muestras representativas entre 4,500 y 10,000 estudiantes de un mínimo de 150 escuelas de cada país; es aplicada cada tres años y en cada ciclo se enfatiza una de las tres áreas que evalúa: Lectura, Matemáticas o Ciencias. En 2006 y 2015 el área principal de evaluación fue ciencias.

La prueba PISA se centra en la capacidad de los estudiantes para usar sus conocimientos y habilidades y no en saber hasta qué punto dominan un plan de estudios o currículo escolar. En 2006 evaluó lo que los estudiantes de 15 años, podían hacer con los conocimientos de ciencia que poseían, según tres subescalas científicas (identificar tópicos, explicar fenómenos científicamente, y usar evidencia científica). Respecto de los resultados del año 2006, México ocupó el lugar 51 entre los 65 países participantes en esta evaluación. En el año 2015, las subescalas que fueron evaluadas, cambiaron ligeramente a: explicar fenómenos de manera científica, evaluar y diseñar la investigación científica, e interpretar datos y evidencias científicas. En cuanto a los resultados, México ocupó el lugar 57 de los 72 países participantes. Es decir, los estudiantes mexicanos obtuvieron un promedio de 416 puntos, un puntaje que se encuentra por debajo del promedio de la OCDE que fue de 493 puntos.

Las puntuaciones obtenidas indican que la mayoría de los estudiantes se encuentran entre los niveles 1a y 2, de los 6 niveles que plantea PISA, sin embargo, la OCDE (2016), menciona que el 48% de los alumnos mexicanos, no logran alcanzar el nivel 2, es decir, no son capaces de hacer uso de su conocimiento básico de los contenidos y procedimientos de ciencias para identificar una respuesta apropiada, interpretar datos, e identificar las preguntas que emergen de un simple experimento. Lo cual es preocupante, debido a que el nivel 2 es el nivel mínimo de competencia en ciencias para que un estudiante se desempeñe adecuadamente en la sociedad contemporánea y pueda aspirar a hacer estudios superiores. Sólo el 0.1% de los estudiantes mexicanos alcanzan el nivel 5, en el que son capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades científicas de una manera creativa y autónoma en

una gran variedad de situaciones, incluso en instancias que no les son familiares (OCDE, 2016; PISA, 2016). Al comparar los resultados obtenidos, en el año 2006 y en año 2015, la OCDE (2016), afirma que el desempeño promedio, de los estudiantes mexicanos, en ciencias no ha variado desde el 2006.

Una explicación de los resultados obtenidos en 2006, según el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2008, 2016), es que debido a que muchos estudiantes tienen condiciones menos favorables para el aprendizaje que los de otros países de la OCDE, tanto en el hogar como en la escuela, existen factores asociados a estas condiciones que explican estos resultados, como son: la proporción de estudiantes por docente es muy alta, el enfoque memorístico, los métodos de enseñanza obsoletos y la promoción de habilidades de rutina, que prevalecen, en muchos casos, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las escuelas mexicanas, públicas y privadas. Estas condiciones desfavorables hacen aún más urgente mejorar la forma de enseñanza de las ciencias con el fin de favorecer cada una de las tres sub-competencias de la competencia científica en los estudiantes desde los primeros niveles educativos.

Lo mencionado por el INEE (2008, 2016), es reafirmado por Aguirre (1993), quien afirma que dentro de las críticas que se hacen a los cursos tradicionales de ciencia, se puede encontrar que la forma de enseñar ciencias se apoya en presentarlas como un conjunto de conocimientos estáticos y “comprobablemente verdaderos”. Además, aunque el método científico es expuesto a veces al principio del curso, la metodología de la ciencia no suele reflejarse posteriormente en la presentación de los temas, y no se promueve la participación de los estudiantes en las actividades reales de la ciencia. Lo anterior es resultado en gran medida, del abuso de la clase magistral como elemento básico y operativo del modelo tradicional de enseñanza.

Valdez (2012), habla de los libros de texto de Ciencias Naturales y la forma en que éstos son utilizados en la educación primaria. El autor menciona que los libros de texto son de suma importancia, debido a que son los primeros materiales acerca de los conocimientos y las prácticas científicas que los estudiantes leen, por lo que se convierten en modelos de lectura y escritura para ellos. Además, los profesores de nivel básico, utilizan el libro de texto

la mayor parte del tiempo de clase, privilegiando este recurso sobre cualquier otro medio educativo; sin embargo, el libro de texto, no es utilizado como base de explicaciones y de reflexión, ya que su uso se reduce a la realización de ejercicios mecánicos, repetitivos y memorísticos. Los docentes, utilizan primordialmente los libros de texto, como fuente para organizar las actividades escolares dentro y fuera del salón, por ejemplo, la discusión con base en las preguntas planteadas en el libro.

Con frecuencia, los profesores piden a los estudiantes que realicen actividades de baja demanda cognitiva, por ejemplo, resumir ciertos contenidos del libro o contestar las preguntas que aparecen al final del capítulo (lo que implica sólo una breve búsqueda de información a través del texto y su transcripción al cuaderno). Lo anterior sumado a que el docente divide el trabajo del ciclo escolar en temas que deben ser cubiertos en periodos, semanas y sesiones, asignando a cada capítulo del libro un tiempo determinado, hace que la atención del docente se enfoque en cubrir los contenidos planteados a través de explicaciones que se quedan en los rasgos superficiales del contenido, más que en asegurar que los estudiantes tengan un aprendizaje profundo de los temas y los logren comprender (Valdez, 2012).

Autores como Lee y Erdogan (2007), coinciden con lo anterior, y afirman que típicamente las escuelas parten de un currículo externamente impuesto, además, los estudiantes están expuestos al dominio de las instrucciones por parte del profesor, a lecturas, a ejercicios y prácticas en conjuntos de problemas y actividades estructuradas en los laboratorios. Esta aproximación ignora los intereses de los estudiantes, eliminando su motivación y su curiosidad natural, a la vez que desarrolla actitudes negativas hacia la ciencia y la creatividad, provocando que los estudiantes tengan pobres actitudes hacia el estudio típico de las ciencias, a las clases de ciencias y a la enseñanza de las mismas. Lee y Erdogan (2007), y Mun *et al* (2015), mencionan que este disgusto se desarrolla de manera más puntual en los años de la educación media, lo que se refleja en una falta de interés para estudiar carreras relacionadas con las ciencias, lo cual se ha convertido en un problema a nivel mundial.

Aguirre (1993), considera la enseñanza de las ciencias bajo dos aspectos: el “contenido estático” (aquello que hay que aprender), y el “contenido dinámico”; entendiendo como tal, la utilización a manera de herramienta de los conceptos aprendidos para la resolución de nuevos problemas del conocimiento. Agüerrondo (2009), coincide con lo anterior, la autora menciona que la concepción clásica contemplativa, que entendía las ciencias como la actividad humana que describe y explica los fenómenos para encontrar las leyes y generar teorías, sigue siendo la base sobre la que se define qué es conocimiento, pero su objetivo último ya no es solamente generar teorías, sino que se pretende operar sobre la realidad y resolver problemas, para mejorar la realidad.

En este orden de ideas, Aguirre (1993), asevera que:

La enseñanza (de las ciencias) debe conducir al conocimiento de los hechos, a partir de ideas conceptuales desarrolladas en el pensamiento a través de la observación, del análisis y de la síntesis realizada por la inteligencia. Por lo tanto, la enseñanza de datos aislados difícilmente conducirá a la síntesis de las ideas, siendo esta síntesis el requisito base para que el alumno pueda construir y desarrollar modelos intelectuales que le sean útiles. (p.5)

De acuerdo con lo expresado anteriormente, es necesario que se plantee otra forma de enseñar ciencias, ya que la escuela y los sistemas escolares, son instituciones sociales que se desarrollaron en un momento determinado de la historia para responder a necesidades concretas, y éstas son el dispositivo social para la distribución del conocimiento “socialmente válido”. Una posibilidad de mejorar es apoyar la enseñanza en el así llamado “triángulo didáctico”, que se compone de tres ámbitos: cómo se entiende el aprendizaje y cómo se define al alumno; cómo se entiende la enseñanza y cómo se define al maestro y su rol; y cuál es la concepción epistemológica que define los contenidos a transmitir. Sin embargo, hoy en día, están en crisis los modelos de cómo enseñar y qué enseñar, por lo tanto, se deben redefinir los tres pilares del triángulo didáctico (UNESCO, 2008).

La UNESCO (2008), afirma que, sabiendo que el alumno no es un objeto de enseñanza, sino un sujeto de aprendizaje, y que enseñar se refiere a organizar experiencias de aprendizaje para que el estudiante avance en su proceso de construcción del objeto de

aprendizaje, y tomando en cuenta que el sistema educativo ha quedado sin “sentido” porque un nuevo reto se impone desde el desarrollo de la sociedad de la información y de la comunicación, esto conlleva una nueva definición de conocimiento; *es necesario producir cambios profundos que redefinan el trabajo de la escuela pasando del compromiso de enseñar a pensar, al compromiso de enseñar a pensar-para-saber-hacer*. Esta postura de manera clara se apoya en el enfoque de competencias, mismo que será abordado enseguida.

## **2.2 El enfoque de competencias**

La sociedad del tercer milenio se define como la sociedad del conocimiento por el lugar que ocupa el conocimiento (científico) en ella. Es este tipo de conocimiento el que ha sido, desde hace tiempo, el motor del desarrollo económico y social, de la humanidad, el conocimiento que mueve ese motor es de una índole distinta al que había prevalecido antes. Éste es un conocimiento que entiende el cambio como una innovación prometedora, que no sólo describe las “leyes naturales” y explica los fenómenos, sino que conlleva la creación, la modificación de la naturaleza, por lo tanto, da un nuevo lugar al protagonismo humano (UNESCO, 2008).

Basados en lo anterior, la UNESCO (2008), y Aguerrondo (2009), afirman que reinventar un nuevo modelo educativo, implica hacer esfuerzos por avanzar en acuerdos acerca de cómo se entiende en la nueva sociedad, ¿qué es aprender?, ¿qué es enseñar?, y ¿qué es conocimiento válido?, lo que lleva a definir cuáles son los resultados buscados y cómo se organiza en la nueva sociedad la relación entre aprendizaje y conocimiento. Lo anterior lleva a plantear el tema de las competencias, ya que no sólo es necesario favorecer la formación del pensamiento de los estudiantes, sino que *es necesario promover un saber de otra índole, más allá del saber tradicional, un saber que integra el saber con el hacer*.

A partir de lo anterior, la UNESCO (2008), hace una distinción (ver tabla 1) entre dos modelos de conocimiento, el paradigma tradicional y el paradigma del tercer milenio:



**Tabla 1. Comparación entre el Paradigma tradicional y el Paradigma del tercer milenio, según la UNESCO (2008).**

<b>Paradigma tradicional</b>	<b>Paradigma del tercer milenio</b>
Su objetivo es desarrollar teoría	Su objetivo es resolver problemas (usando teoría)
El nuevo conocimiento se revierte en la comunidad científica	El nuevo conocimiento se revierte en la sociedad
Enfoca los problemas de la realidad segmentándolos	Enfoca los problemas desde la necesidad de su resolución, mezclando disciplinas
No se compromete con la acción	Se compromete con la acción
El criterio de verificación es la lógica de la experimentación (¿explica el problema?)	El criterio de verificación es la lógica de la efectividad (¿resuelve el problema?)

Estos dos paradigmas, nos remiten a la pregunta de ¿qué resultados se buscan en quién aprende? En otras palabras: ¿qué competencias debe dominar quien aprende? La UNESCO (2008), define a las competencias como:

Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas. (p. 8)

En Latinoamérica, la formación basada en competencias se inicia en México, a partir del diagnóstico efectuado a la capacitación, aunado a una clara visión de los cambios que se registraban en el entorno a nivel de las relaciones económicas y en el mercado de trabajo. Este fue de alguna manera el objetivo que en 1993 se propuso el Proyecto de Modernización

de la Educación Técnica y la Capacitación (PMETyC), mismo que la Secretaría de Educación Pública y del Trabajo y Previsión Social iniciaron de manera conjunta en nuestro país, con el propósito de establecer las bases que permitieran reorganizar las distintas formas de capacitación de la fuerza laboral, elevar los programas de formación y promover una mejor vinculación entre la oferta educativa y las necesidades de calificación de la población trabajadora y las empresas (Trujillo, 2014).

Las competencias se clasifican, por su naturaleza, y por la forma en la que se adquieren o desarrollan, en: académicas, laborales y profesionales. En lo que concierne a las competencias académicas, éstas promueven el desarrollo de las capacidades humanas de resolver problemas, valorar riesgos, tomar decisiones, trabajar en equipo, asumir el liderazgo, relacionarse con los demás, comunicarse (escuchar, hablar, leer y escribir), utilizar una computadora, entender otras culturas, aprender a aprender, aprender a estudiar, y aprender a investigar.

Por lo tanto, el enfoque por competencias transforma una parte de los saberes disciplinares en recursos con que resolver problemas, realizar proyectos y tomar decisiones. Éste podría ofrecer una entrada privilegiada al universo de los saberes, ya que, más que asimilar sin descanso los conocimientos aceptando la creencia de que “se comprenderá más tarde para qué sirven”, los alumnos verían inmediatamente los conocimientos, ya sea como bases conceptuales y teóricas de una acción compleja, o ya sea como saberes procedimentales (métodos y técnicas) guiando esta acción. Cada estudiante tendría, en principio, mejores oportunidades de relacionar los conocimientos a las prácticas sociales y, por lo tanto, comprender su alcance y su sentido. Lo que sería especialmente relevante para los alumnos que no encuentran en su cultura familiar el rendimiento y la potencialidad de un saber particular (Perrenoud, 2009).

Específicamente la competencia en el área de ciencias, fue abordada por PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE) en los años 2006 y 2015, este tema será tratado a continuación.

## 2.2.1 La Competencia Científica

Según PISA (2006):

La comprensión de las ciencias y la tecnología resulta crucial para la preparación para la vida de los jóvenes en la sociedad contemporánea. Mediante ella, el individuo puede participar plenamente en una sociedad en la que las ciencias y la tecnología desempeñan un papel fundamental. Esta comprensión faculta asimismo a las personas para intervenir con criterio en la definición de las políticas públicas relativas a aquellas materias científicas o tecnológicas que repercuten en sus vidas. En suma, comprender las ciencias y la tecnología influye de manera significativa en la vida personal, social, profesional y cultural de todas las personas. (p.21)

Por lo tanto, la alfabetización científica y tecnológica puede mejorar los niveles educativos, crear un público mejor informado, mejor articulado para participar en decisiones colectivas con bases más racionales, para organizarse, leer y comprender artículos de ciencia en los periódicos, involucrarse en discusiones sociales acerca de la validez de las conclusiones, identificar tópicos científicos que subyacen a decisiones nacionales y locales, expresar posiciones científicas y tecnológicamente informadas, poder evaluar la validez de la información científica sobre las bases de las fuentes y métodos usados para generarla, tener la capacidad para plantear preguntas y evaluar argumentos basados en evidencias, y aplicar apropiadamente conclusiones a partir de tales argumentos (Castañeda, 2011). Si atendemos lo anteriormente expresado, la competencia científica resulta de suma importancia en la vida de los estudiantes y de las personas en general.

El término de *competencia científica* representa las metas de la educación en ciencias que son aplicables a todos los estudiantes, connota la gran amplitud y el carácter aplicado que tiene como objetivo la educación científica. PISA (2015), define la competencia científica como:

La habilidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas científicas, como un ciudadano reflexivo. Por lo tanto, una

persona científicamente competente está preparada para participar, brindando argumentos, en discusiones sobre ciencia y tecnología, lo que requiere de las competencias básicas para:

1. **Explicar fenómenos científicamente:** reconocer, evaluar y ofrecer explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos.
2. **Evaluar y diseñar investigaciones científicas:** describir y evaluar investigaciones científicas y proponer formas de abordar preguntas científicamente.
3. **Interpretar científicamente datos y evidencias:** analizar y evaluar datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y extraer las correspondientes conclusiones científicas. (p.12)

Según esta definición, la competencia científica involucra más que tener información y habilidad para manejarla, implica también, comprender la naturaleza del conocimiento científico y de los poderes y limitaciones que dicho conocimiento tiene.

Esta definición se caracteriza por cuatro dimensiones interrelacionadas:

- *Contexto:* Asuntos personales, locales, nacionales y globales, tanto actuales como históricos, que exigen una cierta comprensión de la ciencia y la tecnología.
- *Conocimientos:* El conocimiento de hechos relevantes, conceptos y teorías explicativas que constituyen la base del conocimiento científico. Tal conocimiento incluye tanto el conocimiento del mundo natural y de los artefactos tecnológicos (conocimiento de los contenidos), el conocimiento de cómo tales ideas se producen (conocimiento procedimental) y una comprensión de los fundamentos subyacentes para estos procedimientos y la justificación de su uso (conocimiento epistémico).
- *Capacidades o competencias:* La habilidad para explicar fenómenos científicamente, para evaluar y diseñar investigaciones científicas y para interpretar científicamente datos y evidencias.

- *Actitudes*: mostrar interés en la ciencia y la tecnología, la valoración de los enfoques científicos para la investigación, cuando corresponda, y la percepción y la toma de conciencia de las cuestiones ambientales.

Si bien, la definición de competencia científica que hace PISA (2015), toma en cuenta diferentes habilidades, y es necesario evaluar los conocimientos que los estudiantes tienen sobre un tema, ni la imaginación, ni la creatividad son mencionadas, éstas son elementos importantes ya que las ciencias necesitan de herramientas no sólo experimentales y lógicas, sino también de la imaginación y creatividad de los científicos, ya que, como mencionan García y Matkovic (2012), “La ciencia en sí misma trasciende las fronteras de lo meramente lógico y llega hasta las entrañas de la mente humana, a aquel sentido llamado imaginación” (p.60). Por lo tanto, dicha definición, puede ser enriquecida con lo que la UNESCO (2008), y Oppenheimer (2010), afirman sobre la creatividad, considerándola un elemento sustancial en las ciencias, ya que ésta da paso a la innovación. La UNESCO (2008), afirma que es necesario “sustituir el planteamiento determinista, deductivista y cerrado, por planteamientos abiertos, en recursividad circular y apoyados en la creatividad que posibilita la innovación” (p.13). La innovación es definida por Jiménez y Rojo (2010), como “cualquier cambio positivo en un producto, proceso de producción, servicio u organización que se traduce en mejor calidad, eficiencia o desempeño” (p. 36).

Autores como Oppenheimer (2010), y Guilera (2011), afirman que favorecer la creatividad de los estudiantes al enseñar los contenidos científicos, ayuda a formar alumnos que, en un futuro, puedan innovar en el campo de las ciencias, lo cual es benéfico para el país, ya que el crecimiento económico se ve beneficiado con la formación de estudiantes que puedan innovar en los campos de las ciencias y la tecnología. No obstante, para lograr lo anterior, es necesario, que la creatividad sea promovida en las escuelas, desde los primeros niveles educativos, ya que:

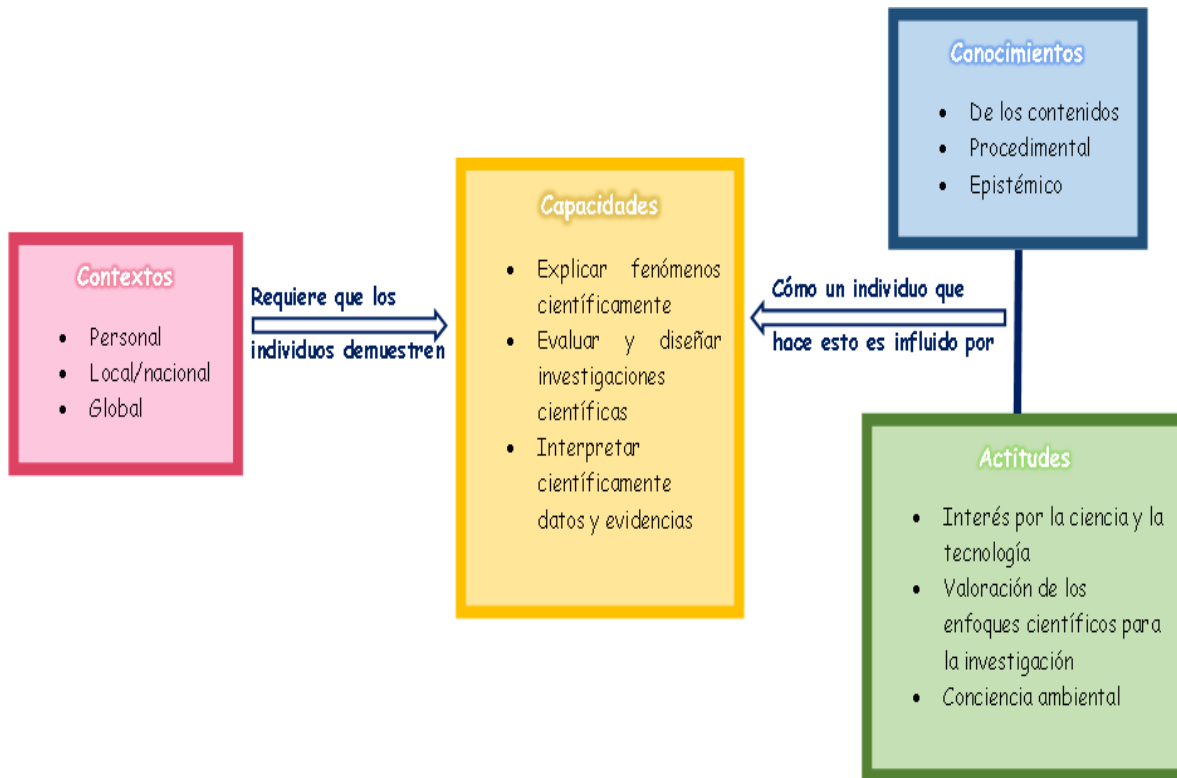
Un país que pretende progresar está obligado, en consecuencia, a velar por la inclusión del cultivo de la creatividad en todos los niveles educativos. No basta con educar las aptitudes de los que escogen carreras de Bellas Artes o Diseño. No basta con abordarlas cuando el alumno entra en la universidad. Si

intervenimos tarde, hemos dejado escapar todo un potencial que quizá ya no podamos recuperar. (Guilera, 2011, p. 26)

La *actitud*, también forma parte de la competencia científica, ésta se refiere según García (2003), a la predisposición aprendida para responder conscientemente de una manera favorable respecto a un objeto o a sus símbolos. La actitud hacia las ciencias desempeña un papel importante a la hora de determinar el interés, la atención y las reacciones hacia las ciencias en general y hacia los temas que se relacionan con ellas en particular; una actitud positiva hacia las ciencias, que se promueva a través del involucramiento en las mismas. Puede mejorar las habilidades creativas de los estudiantes, es así que las actitudes positivas hacia las ciencias, por parte de los estudiantes, son un factor fundamental para el aprendizaje de los conocimientos científicos, por el contrario, la ausencia de actitudes positivas o la predisposición negativa es a menudo, un obstáculo para el aprendizaje de los contenidos científicos y puede provocar fracaso en esta área del conocimiento.

Es posible que el desarrollo de las actitudes positivas hacia la ciencia puede ser generado por procesos de intervención pedagógica que impliquen una enseñanza adecuada de éstas, es decir, que estén basadas en un modelo didáctico que presente estrategias sistemáticas, un modelo que esté fundamentado en la resolución de situaciones problemáticas, que además promueva el desarrollo de la independencia cognoscitiva, la capacidad creativa y la construcción de conocimientos de los estudiantes (García, 2003; Lee y Erdogan, 2007).

Por lo tanto, la competencia científica de una persona íntegra toda una serie de actitudes, creencias, orientaciones motivacionales, criterios de autoeficacia, valores y, en último término, acciones. Uno de los objetivos de la educación en ciencias es precisamente que los estudiantes desarrollen una serie de actitudes que promuevan su interés por los temas científicos, así como la adquisición y aplicación del conocimiento científico en beneficio personal, social y global (PISA, 2006). La relación entre el contexto, las capacidades, los conocimientos y las actitudes, según PISA (2015), se ilustran en la figura 3 3:



**Figura 3. Esquema de la relación entre contexto, capacidades, conocimientos y actitudes, según PISA (2015).**

La OCDE (2006), menciona que una formación científica completa debería, asimismo, fomentar en los estudiantes la convicción de que la ciencia puede modificar profundamente a la sociedad y a los individuos. De igual forma, Castañeda (2011), señala que se necesita una educación científica para todos que destaque particularmente las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, debido a que ésta es la mejor forma de iniciar la preparación de futuros científicos.

Para guiar la formación científica de los estudiantes existen estándares internacionales y nacionales, que serán descritos en los siguientes apartados.

## 2.2.2 Estándares Benchmarks en ciencias

### Estándares Benchmarks en Ciencias

La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS, por sus siglas en inglés) estableció el Proyecto 2061 en 1985 con el propósito de ayudar a todos los estadounidenses a alcanzar una educación apropiada en ciencias, matemáticas y tecnología. Su publicación inicial, “Science for all Americans” plantea las metas acerca de lo que los estudiantes deben conocer sobre estas áreas. “Science for all Americans” fundó las bases para el desarrollo de los estándares-científicos- nacionales Benchmarks for Science Literacy (1993).

Los estándares Benchmarks en Ciencias (1993), de la American Association For The Advancement of Science, consisten en una herramienta para ser usada por los educadores al diseñar un plan de estudios que haga sentido para ellos y los estándares de alfabetización científica, recomendados en Ciencia para Todos los Americanos (Science For All Americans, SFAA, por sus siglas en inglés). Los Estándares Benchmarks, son un compendio de metas específicas de alfabetización científica.

En este trabajo se revisarán los estándares Benchmarks correspondientes al tema del universo, ya que ese es el tema que se abordó para llevar a cabo la intervención. Se retomarán los estándares que mencionan qué deben saber los estudiantes al terminar el quinto grado, debido a que son los más próximos al grado de los participantes, ya que el siguiente conjunto de estándares habla sobre los que los estudiantes deberían saber al terminar el octavo grado.

Según los estándares Benchmarks en Ciencias, los niños al terminar el quinto grado, deberían saber, respecto del universo, que:

- El patrón de las estrellas en el cielo es el mismo, a pesar de que aparentan moverse a través del cielo nocturno, y que diferentes estrellas pueden ser vistas en diferentes estaciones del año.
- Los telescopios magnifican la apariencia de algunos objetos en el cielo, incluyendo la luna y los planetas. El número de estrellas que pueden ser vistas a través del



telescopio es dramáticamente mayor que el número de estrellas que se pueden ver a simple vista.

- Los planetas cambian su posición contra el fondo de estrellas.
- La tierra es uno de varios planetas que orbitan el sol, y la luna orbita alrededor de la tierra.
- Las estrellas son como el sol, algunas pueden ser más pequeñas y otras pueden ser más grandes, pero están tan lejos que se ven como puntos de luz.

Los estándares Benchmarks en Ciencias (1993), como ya se mencionó, son internacionales; por su parte en México, también existen estándares curriculares. A continuación, se retomarán los referentes al área de ciencias naturales, en el tercer período, es decir, del cuarto al sexto año de la educación primaria.

### **2.2.3 Estándares Curriculares de Ciencias Naturales en México**

En México, según el acuerdo 592 emitido por la SEP en el 2011, se deben dedicar mínimo tres horas semanales a la materia de Ciencias Naturales, el desarrollo de esta materia, al igual que todas las demás del plan de estudios, es guiada por los estándares curriculares, que “Expresan lo que los alumnos deben saber y ser capaces de hacer en los cuatro períodos escolares: al concluir el preescolar; al finalizar el tercer grado de primaria; al término de la primaria (sexto grado), y al concluir la educación secundaria” (Acuerdo 592, p.54).

Los estándares curriculares referentes al área de Ciencias Naturales pretenden proveer de una formación científica básica al concluir los cuatro periodos escolares. Estos estándares, se presentan en cuatro categorías:

- Conocimiento científico.
- Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología.
- Habilidades asociadas a la ciencia.

- Actitudes asociadas a la ciencia.

La progresión a través de los estándares de las Ciencias debe entenderse como:

- Adquisición de un vocabulario básico para avanzar en la construcción de un lenguaje científico.
- Desarrollo de una mayor capacidad para interpretar y representar fenómenos y procesos naturales.
- Vinculación creciente del conocimiento científico con otras disciplinas para explicar los fenómenos y procesos naturales, y su aplicación en diferentes contextos y situaciones de relevancia social y ambiental.

En cuanto a las cuatro áreas en el tercer período, es decir, al concluir el sexto grado de primaria, los estándares en ciencias, según el Acuerdo 592, pretenden fomentar el conocimiento científico sobre los temas tratados a lo largo de este período, como, por ejemplo, el funcionamiento integral del cuerpo humano, las características de una dieta correcta, y algunas características del universo, entre otros temas. Igualmente se procura que los estudiantes identifiquen la contribución de la ciencia y la tecnología en la investigación, que realicen investigaciones científicas, comuniquen sus resultados, expliquen la consistencia de las conclusiones con los datos y las evidencias de la investigación, diseñen, evalúen dispositivos o modelos aplicando los conocimientos necesarios. También, se busca que los estudiantes expresen curiosidad acerca de los fenómenos científicos y procesos naturales, valoren el conocimiento científico y sus enfoques para investigar y explicar los fenómenos y procesos naturales, así como que muestren disposición para el trabajo colaborativo y respeten diferencias culturales y de género.

Específicamente en el quinto bloque de Ciencias Naturales, que fue el período en el que se realizó este proyecto, el tema que se aborda es “El Universo”, en este bloque se espera que los estudiantes describan los componentes básicos del Universo y argumenten la importancia de las aportaciones del desarrollo técnico en su conocimiento. Los subtemas que se abordan en este bloque son: los componentes básicos del universo (galaxias, estrellas, planetas, satélites, cometas, y sus características: forma, ubicación y tamaño), y las

aportaciones del desarrollo técnico para el conocimiento del Universo (telescopios, observatorios, estaciones y sondas espaciales).

Además, según el programa de estudios 2011, en este bloque se favorecen las siguientes competencias:

- *Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica:* los alumnos plantean preguntas y buscan respuestas sobre diversos fenómenos y procesos naturales para fortalecer su comprensión del mundo.
- *Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención:* Se pretende que los alumnos analicen, evalúen y argumenten respecto a las alternativas planteadas sobre situaciones problemáticas socialmente relevantes y desafiantes desde el punto de vista cognitivo.
- *Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos:* Implica estimular en los estudiantes la valoración crítica de las repercusiones de la ciencia y la tecnología en el ambiente natural, social y cultural; asimismo, que relacionen los conocimientos científicos con los de otras disciplinas para explicar los fenómenos y procesos naturales, y aplicarlos en contextos y situaciones de relevancia social y ambiental.

A partir del enfoque de competencias y de los estándares en ciencias, es necesario definir cuáles deberán ser los resultados o desempeños buscados y cuál será la organización en la nueva sociedad de la relación entre el aprendizaje y el conocimiento, surgiendo preguntas como, por ejemplo, ¿cómo y dónde se aprende hoy? ¿qué conocimiento se debe distribuir? y ¿con qué profundidad? (UNESCO, 2008). Es por lo anterior, que se retomará la teoría del aprendizaje profundo, intentando responder a las preguntas anteriores y como una aproximación que permita integrar el saber con el hacer.

### 2.3 Aprendizaje Superficial vs Aprendizaje Profundo

En los años sesenta se comenzó a desarrollar el enfoque cognoscitivo, dentro del cual se han realizado diversas investigaciones con el fin de analizar y comprender cómo la información que se recibe, se procesa y se estructura en el sistema de la memoria, es decir, cómo se aprende. Este enfoque define el aprendizaje como “un proceso activo, que se da en los individuos y en el cual se puede influir” (Poggioli, 2005; citado por Gottberg, Noguera y Noguera, 2012, p.51). Es decir, los aprendizajes del tipo de información recibida o presentada y las actividades que se realizan para lograr que esa información sea almacenada en el sistema de la memoria. Por lo tanto, los supuestos en los que se sustenta este enfoque, según Gottberg, Noguera y Noguera (2012), son:

- El aprendizaje es un proceso activo que ocurre en las mentes de los individuos, está determinado por ellos y consiste en construir estructuras mentales o modificar o transformar las ya existentes a partir de las actividades mentales que se llevan a cabo, basadas en la activación y el uso del conocimiento y de las experiencias previas. El aprendizaje involucra muchas competencias, desde el conocimiento de hechos muy sencillos hasta destrezas para llevar a cabo procedimientos complejos y difíciles.
- Los resultados del aprendizaje dependen del tipo de información recibida y de cómo se procesa y se organiza en el sistema de memoria, no de elementos externos presentes en el ambiente (docente, objetivos, contenidos). Estos resultados pueden observarse en la ejecución o en el desempeño de los individuos.
- El conocimiento está organizado en bloques de estructuras mentales que contienen conceptos y procedimientos.
- El aprendiz es concebido como un organismo activo que realiza un conjunto de operaciones mentales, con el propósito de codificar la información que recibe y almacenarla en su sistema de memoria para luego recuperarla o evocarla cuando la necesita.

El aprendizaje se puede dividir en tres tipos, mismos que son mencionados por Bain (2007), y Fasce (2007):

- **Aprendizaje superficial:** se centra en la memorización, los estudiantes tienden a memorizar aquello que puede ser tema de examen, en este tipo de aprendizaje los estudiantes sólo son capaces de reproducir ciertos de ejercicios.
- **Aprendizaje estratégico:** este tipo de aprendizaje es usado por los estudiantes interesados en obtener buenas calificaciones, pero sin llegar a formarse una percepción propia de la materia. Es decir, aprenden toda la materia, realizan el examen y luego se “borra” de su memoria, para dejar sitio al estudio de nuevas asignaturas.
- **Aprendizaje profundo:** este tipo de aprendizaje se refiere a lograr el dominio de la materia, adentrándose en su lógica y tratando de comprenderla en toda su complejidad. Los estudiantes que logran este nivel, llegan a ser pensadores independientes, críticos y de mente creativa.

Aunado a lo anterior, Ritchart, Church, Morrison y Perkins (2011), hablan dos niveles de calidad dentro de un solo tipo de aprendizaje: un nivel alto y detallado, y un nivel superficial.

- El *aprendizaje superficial* se centra en la memorización de conocimiento de los hechos a menudo a través de prácticas rutinarias. Los hechos se memorizan como hechos aislados, sin conexión con experiencias previas o con el contexto general. En este aprendizaje, sólo se requiere un nivel bajo de habilidad cognitiva, principalmente orientado a “conocer”. Por lo que se olvida la materia estudiada al poco tiempo de haber realizado las evaluaciones correspondientes.
- El *aprendizaje profundo* se centra en desarrollar el entendimiento a través de un proceso más activo y constructivo, ya que el entendimiento no se considera un tipo de pensamiento en absoluto, sino el resultado del pensamiento. Este aprendizaje incorpora un análisis crítico de nuevas ideas, mismas que son integradas al conocimiento previo, de los estudiantes, sobre el tema, favoreciendo de esta forma su

comprensión y su retención, para que más tarde pueda ser usado en la solución de problemas en contextos diferentes (Fasce, 2007; Ritchart *et al*, 2011).

El aprendizaje profundo implica el dominio, la transformación y la utilización de ese conocimiento para resolver problemas reales (Valenzuela, 2008). Para lograr este aprendizaje se requiere utilizar altos niveles de habilidades cognitivas, como: *análisis* (comparar, contrastar) y *síntesis* (integrar el conocimiento en una nueva dimensión) (Fasce, 2007).

Dentro de este aprendizaje se habla de lograr el dominio de un tópico cualquiera, lo que implica ir más allá de la mera reproducción de dicho conocimiento, lo que es posible de observar a través de la ejecución de otras operaciones mentales como dar explicaciones, mostrar evidencias y ejemplos, generalizar, aplicar a situaciones nuevas, establecer analogías, representar el conocimiento de forma diferente, usarlo para resolver problemas de la vida cotidiana. Para conseguir dominar un tópico, son necesarias dos dinámicas del contenido: profundización y extensión, la primera se refiere al establecimiento de relaciones de dicho conocimiento con otros más específicos de la misma disciplina; la segunda, tiene que ver con el proceso de vinculación de ese saber con otras disciplinas y con la vida diaria.

Según Fasce (2007), “El aprendizaje profundo promueve la comprensión y la aplicación de los aprendizajes de por vida” (p. 7).

Dentro de este aprendizaje se mencionan tres niveles de profundidad:

NIVEL 1: El primer nivel sólo exige la reproducción de la información. Dentro de esta categoría encontramos, por ejemplo, la enumeración de características de un objeto, evento o situación, el reconocimiento o recuerdo de una fecha.

NIVEL 2: Hace referencia a la capacidad de realizar una serie de operaciones mentales sobre un contenido, utilizando para ello la información dada. Por ejemplo, la comparación a partir de criterios previamente establecidos, o el ordenamiento secuencial de una serie de eventos o acontecimientos.

NIVEL 3: El nivel de mayor profundidad, según esta propuesta, es la relación con la capacidad de reelaboración personal que el sujeto realiza a partir de la información disponible, agregando dimensiones de la información que no han sido explicitadas.

Ejemplo de lo anterior son las tareas de complementación de un mensaje siguiendo la lógica de los hechos antecedentes, la inferencia de características (culturales, por ejemplo) a partir de un relato de los hechos, o dar instrucciones para seguir una ruta utilizando los conceptos de paralelismo y perpendicularidad (Valenzuela, 2008).

Fasce (2007), hace una comparación entre el aprendizaje profundo y el aprendizaje superficial (ver tabla 2).:

**Tabla 2. Comparación entre el Aprendizaje Profundo y el Aprendizaje Superficial, según Fasce (2007).**

<b>Aprendizaje profundo</b>	<b>Aprendizaje superficial</b>
▪ <b>Enfocado en el significado</b>	▪ Enfocado en los datos
▪ <b>Relaciona el conocimiento previo con el nuevo aprendizaje</b>	▪ Centrado en hechos aislados
▪ <b>Vincula el conocimiento nuevo con otras áreas o materias</b>	▪ Dirigido a la memorización para rendir pruebas o exámenes
▪ <b>Relaciona el conocimiento con la experiencia real y cotidiana</b>	▪ No se establecen relaciones con la experiencia habitual
▪ <b>Incorpora un análisis lógico y utiliza el juicio crítico</b>	▪ Acepta los hechos tal como son presentados
▪ <b>Se establece en base a una motivación intrínseca, orientada a la satisfacción del saber</b>	▪ La motivación es extrínseca, orientada a la aprobación de la asignatura

En conclusión, algunos de los factores que para Fasce (2007), pueden promover el aprendizaje profundo son:

- Claridad de los objetivos y metas.
- Que el docente adopte una conducta de facilitador y guía.
- Entregar retroalimentación positiva.

- Establecer metas realistas, de acuerdo a cada nivel de enseñanza y con base en contenidos nucleares.
- Establecer contenidos esenciales evitando la sobrecarga de información.
- Diseñar modelos de currículo integrados.
- Incorporar metodologías centradas en el estudiante.
- Desarrollar instrumentos y métodos de evaluación en concordancia con las metodologías y los objetivos.

El nuevo conocimiento implica propiciar en los estudiantes, los profesores, y las comunidades, a que busquen como producto de la educación, lograr formar personas que piensen cómo resolver problemas, y que estén entrenadas para resolverlos o intentar su resolución; dentro de la escuela existe un potencial de ayuda a la comunidad, lo que puede promover el resolver problemas en su comunidad inmediata, ya sean problemas sociales, individuales o concretos, que podrían ser la materia desde donde la escuela tendría que poder trabajar para formar competencias en sus estudiantes (Fasce, 2007). Es por esto, que se retomará el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica para favorecer algunas competencias en los alumnos.

#### **2.4 El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica**

Tavares y Butler (1996) citados por García (2003), mencionan que:

El proceso del aprendizaje humano desde el niño hasta el individuo, es esencialmente una actividad de resolución de problemas, a través de la cual el individuo se adapta al medio, y que este proceso de resolución de problemas se hace simultáneamente en los campos cognitivo, afectivo, y psicomotor(...) proceso que es de carácter discontinuo e involucra la construcción y comprobación de hipótesis y en el cual se produce la adquisición de saberes y



el desarrollo de la capacidad para dominar esos saberes de forma autónoma.  
(p.68)

Según García (2003), la utilización del ABP como estrategia didáctica favorece la verificación, formulación y validación de hipótesis en el salón de clases, presentando el aprendizaje como una búsqueda de significados, y mejorando visiblemente la comprensión de los conceptos en los estudiantes, así como sus habilidades y estrategias generales para la resolución de problemas.

Morales y Landa (2004), definen al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (p.147). El método del ABP tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la escuela de medicina de la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá, en la década de los 60. Esta metodología se desarrolló con el objetivo de mejorar la calidad de la educación médica cambiando la orientación de un currículum que se basaba en una colección de temas y exposiciones del maestro, a uno más integrado y organizado en problemas de la vida real y donde confluyen las diferentes áreas del conocimiento que se ponen en juego para dar solución al problema. El ABP en la actualidad es utilizado en la educación superior en muy diversas áreas del conocimiento (Morales y Landa, 2004).

#### **2.4.1 Fundamentación teórica del ABP**

La dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2007), menciona que el ABP es una estrategia de enseñanza y aprendizaje en la que son importantes tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes.

En esta estrategia, se reúne un grupo pequeño de estudiantes a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado específicamente para el logro de los objetivos de aprendizaje, todo esto, con la facilitación de un tutor.

El ABP, sigue tres principios básicos:

- El entendimiento con respecto a una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio ambiente.
- El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje.
- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

El ABP permite que los estudiantes integren una metodología propia para la adquisición de conocimientos y aprendan sobre su propio proceso de aprendizaje, toda la información con la que el grupo cuenta es buscada, aportada o bien generada por el mismo grupo. El aprendizaje en esta estrategia está centrado en el estudiante y no en el profesor o sólo en los contenidos (Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2007).

En cuanto a los objetivos del Aprendizaje Basado en Problemas, Morales y Landa (2004), y Poot-Delgado (2013), señalan los siguientes:

- Promover en el alumno la responsabilidad de su propio aprendizaje.
- Desarrollar una base de conocimiento relevante caracterizada por profundidad y flexibilidad.
- Desarrollar habilidades para la evaluación crítica y la adquisición de nuevos conocimientos con un compromiso de aprendizaje de por vida.
- Desarrollar habilidades para las relaciones interpersonales.
- Involucrar al alumno en un reto (problema, situación o tarea) con iniciativa y entusiasmo.
- Desarrollar el razonamiento eficaz y creativo de acuerdo a una base de conocimiento integrada y flexible.

- Monitorear la existencia de objetivos de aprendizaje adecuados al nivel de desarrollo de los alumnos.
- Orientar la falta de conocimiento y habilidades de manera eficiente y eficaz hacia la búsqueda de la mejora.
- Estimular el desarrollo del sentido de colaboración como un miembro de un equipo para alcanzar una meta común.

Dentro de las características del ABP se encuentran las siguientes:

- El aprendizaje está centrado en el estudiante. Bajo la guía de un tutor, los estudiantes deben tomar la responsabilidad de su propio aprendizaje, identificando lo que necesitan conocer para tener un mejor manejo del problema en el que están trabajando, además de que deberán determinar dónde investigar la información necesaria (libros, revistas, internet, videos).
- El aprendizaje se produce en grupos pequeños de entre 5 y 9 estudiantes.
- Los profesores son facilitadores o guías. El profesor plantea preguntas a los estudiantes que les ayude a cuestionarse y encontrar por ellos mismos la mejor ruta de entendimiento y manejo del problema. Eventualmente los estudiantes asumen este rol ellos mismos, exigiéndose así unos a otros.
- Los problemas forman el foco de organización y estímulo para el aprendizaje.
- El problema representa el desafío que los estudiantes enfrentarán en la práctica y proporciona la relevancia y la motivación para el aprendizaje. Con el propósito de entenderlo, los estudiantes identifican lo que ellos tendrán que aprender de las ciencias básicas, teniendo un foco para integrar información de muchas disciplinas.

En cuanto a las características de los problemas en esta estrategia, Poot-Delgado (2013), menciona que éstos deben:

1. Comprometer el interés de los alumnos y motivarlos a examinar de manera profunda los conceptos y objetivos que se desea que aprendan.

2. Estar en relación con los objetivos del curso y con ciertas situaciones de la vida diaria para que los alumnos encuentren mayor sentido en su tarea.
  3. Llevar a los alumnos a tomar decisiones o hacer juicios basados en hechos e información lógica y fundamentada, ya que los estudiantes están obligados a justificar sus decisiones y razonamientos en los objetivos de aprendizaje del curso.
  4. La cooperación de todos los integrantes del grupo de trabajo es necesaria para que pueda abordarse el problema de manera eficiente. La longitud y complejidad del problema deben ser suministradas por el profesor, de tal manera que los alumnos no se dividan el trabajo y cada uno se ocupe únicamente de una parte.
  5. Las preguntas de inicio sobre el problema deben tener alguna de las siguientes características:
    1. Ser preguntas abiertas.
    2. Ser preguntas ligadas a un aprendizaje previo.
    3. Abordar temas de controversia que despierten diversas opiniones.
  6. El diseño de los problemas debe ser tal que conecte el conocimiento anterior a nuevos conceptos y ligue nuevos conocimientos a conceptos de otros cursos o disciplinas.
- La nueva información se adquiere a través del aprendizaje autodirigido. Se espera que los estudiantes aprendan a partir del conocimiento del mundo real y de la acumulación de experiencia por su propio estudio e investigación.

Los pasos a seguir en el proceso de aprendizaje mencionado por este autor se muestran en la figura 4:



**Figura 4. Esquema del proceso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), según, Poot-Delgado (2013).**

Morales y Landa (2004), sintetizan los pasos que siguen los estudiantes durante el proceso del ABP de la siguiente manera:

Paso 1. Leen y analizan el escenario del problema. Se busca con esto que el alumno verifique su comprensión del escenario mediante la discusión del mismo dentro de su equipo de trabajo.

Paso 2. Realizar una lluvia de ideas. Los alumnos usualmente tienen teorías o hipótesis sobre las causas del problema; o ideas de cómo resolverlo. Estas deben de enlistarse y serán aceptadas o rechazadas, según se avance en la investigación.

Paso 3. Hacer una lista de aquello que se conoce. Se debe hacer una lista de todo aquello que el equipo conoce acerca del problema o situación.

Paso 4. Hacer una lista de aquello que se desconoce. Se debe hacer una lista con todo aquello que el equipo cree se debe de saber para resolver el problema. Existen diversos tipos de

preguntas que pueden ser adecuadas; algunas pueden relacionarse con conceptos o principios que deben estudiarse para resolver la situación.

Paso 5. Hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema. Planear las estrategias de investigación. Es aconsejable que, en grupo, los estudiantes elaboren una lista de las acciones que deben realizarse.

Paso 6. Definir el problema. La definición del problema consiste en un par de declaraciones que expliquen claramente lo que el equipo desea resolver, producir, responder, probar o demostrar.

Paso 7. Obtener información. El equipo localizará, acumulará, organizará, analizará e interpretará la información de diversas fuentes.

Paso 8. Presentar resultados. El equipo presentará un reporte o hará una presentación en la cual se muestren las recomendaciones, predicciones, inferencias o aquello que sea conveniente en relación a la solución del problema.

El uso de esta estrategia tiene algunas ventajas como una *mayor motivación* de los estudiantes, ya que estimula a los alumnos a que se involucren más en el aprendizaje debido a que sienten que tienen la posibilidad de interactuar con la realidad y observar los resultados de dicha interacción; *aprendizaje significativo*, el ABP ofrece a los estudiantes una respuesta obvia a preguntas como ¿para qué se requiere aprender cierta información? ¿cómo se relaciona lo que se hace y aprende en la escuela con lo que pasa en la realidad?; *desarrollo de habilidades de pensamiento*, dirige a los alumnos hacia un pensamiento crítico, divergente y creativo; *desarrollo de habilidades para el aprendizaje*. Los alumnos evalúan su propio aprendizaje, ya que generan sus propias estrategias para la definición del problema, recaudación de la información, análisis de datos, la construcción de hipótesis y la evaluación; *integración de un modelo de trabajo*, lleva a los estudiantes al aprendizaje de los contenidos de información de manera similar a la que utilizarán en situaciones futuras, fomentando que lo aprendido se comprenda y no sólo se memorice; *hace posible una mayor retención de la información*; las habilidades que se desarrollan son perdurables, ya que los estudiantes aprenden resolviendo o analizando problemas de la vida real y aprenden a aplicar los

conocimientos adquiridos a lo largo de su vida. Asimismo, involucra *incremento de su autodirección; mejoramiento de la comprensión y el desarrollo de habilidades*, con el uso de problemas de la vida real, se incrementan los niveles de comprensión, permitiendo utilizar su conocimiento y habilidades; *Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo*, promueve la interacción incrementando algunas habilidades como; trabajo de dinámica de grupos, evaluación de compañeros y cómo presentar y defender sus trabajos (Morales y Landa, 2004).

#### **2.4.2 Investigaciones relacionadas con el ABP**

El Aprendizaje Basado en Problemas ha sido investigado por autores como Yoon, Treagust, Chandrasegaran (2014), Orduña, Sebastian y Olanda (2014), Sánchez y Ramis (2004) y Pérez y Chamizo (2011), entre otros; se retoman estas cuatro investigaciones ya que tratan sobre diferentes aspectos del ABP, que son de interés para este proyecto. El primero de ellos es la construcción de preguntas de investigación (Pérez y Chamizo, 2011), el segundo es la aplicación del ABP con apoyo de las Tecnologías Digitales (Orduña, *et al*, 2014), el tercero es la relación entre el ABP y las habilidades de pensamiento creativo (Yoon, *et al*, 2014) y el cuarto aspecto es la relación entre el ABP y el logro de un aprendizaje significativo (Sánchez y Ramis, 2004). A continuación, se describirán estas investigaciones.

Según, Pérez y Chamizo (2011), las preguntas que interesan para generar un problema de investigación, son las preguntas abiertas (o incluso las semi-cerradas si están bien contextualizadas), por ello, realizaron un estudio con el propósito de que los estudiantes aprendieran a construirlas. El primer paso para lograrlo, según los autores, es que los estudiantes planteen una pregunta de manera individual, este paso es importante pues los alumnos tienen que concentrarse en el tema y pensar en “algo” que tenga que ver con lo que han visto, pero que además les interese para saber más.

Para lograr su objetivo, diseñaron una serie de actividades que tienen como propósito preparar a los estudiantes para que planteen “buenas preguntas” de investigación en el tema de minerales y metales. En el estudio realizado por los autores participaron 45 estudiantes

entre 16 y 17 años de edad, del bachillerato de la UNAM en la Ciudad de México, quienes trabajaron en grupos de 4 o 5 estudiantes. Los recursos utilizados fueron: visitas a museos (Museo de Geología y Museo Franz Mayer), lectura, análisis de textos, y la actividad experimental.

El estudio se llevó a cabo, en cuatro sesiones en el aula de clases, con una duración de una hora cuarenta minutos cada una, y dos fines de semana para la asistencia a museos. La secuencia de actividades fue la siguiente:

En el tema de minerales:

- Examen diagnóstico. Evaluación de qué y cuánto saben los estudiantes del tema.
- Exposición por parte de profesor. Introducción al tema.

Visita al museo. Introducción.

- Plática introductoria al inicio de la visita.
- Recorrido. Los estudiantes contestan la guía de actividades.

Materiales posteriores.

- Actividad experimental. Manipulación de minerales.
- Vídeo. Observación y comentarios sobre el vídeo.

Para hacer la transición del tema de minerales al de metales:

- Realizar la lectura y un cuestionario de 20 preguntas de un texto de divulgación científica.

Visita al museo

- Introducción y recorrido.

Materiales posteriores.

- Vídeo. Observar un vídeo y responder en equipo un cuestionario.



- Planteamiento de preguntas. Los estudiantes realizaron de manera individual una pregunta abierta según un tema de su interés, después en equipo, se eligieron algunos de las preguntas o se formularon nuevas para su tema de investigación.

Los resultados mostraron que la visita a los museos es una estrategia que ayuda a complementar las actividades realizadas en el salón de clases pues permite a los estudiantes entrar en contacto con otros materiales, ambientes y actividades que los motivan a interesarse por el tema que se está estudiando. Además, contribuyen a la socialización de los alumnos no sólo con sus pares al interactuar en pequeños grupos, sino que se integran dentro de su propia sociedad, ya que conocen su ciudad, reconocen parte de su historia y de los recursos de su país e integran estos conocimientos desde el punto de vista del aprendizaje de la ciencia.

En cuanto a la estrategia del ABP, la visita a museos contribuye al conocimiento general del tema para que a partir de las visitas generen preguntas que les permitan aprender resolviendo un problema que no queda acotado por lo que se ve en una clase tradicional, sino que se abre a una gran variedad de posibilidades: se vincula la química con la historia, el arte, la economía, la filosofía, etc.

El Aprendizaje Basado en Problemas ha sido aplicado, también, en conjunto con la utilización de las herramientas digitales, Orduña, *et al* (2014), realizaron un estudio en la Universidad de Valencia, en las asignaturas de Arquitectura de Redes de Computadoras impartidas en los grados de Ingeniería Informática, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Electrónica de Telecomunicaciones. Los estudiantes de los tres grados fueron expuestos al ABP y al aprendizaje colaborativo basado en tecnologías multimedia. Además, se adaptaron los contenidos de forma transversal que permitieron desarrollar contenidos teóricos y prácticos.

La aplicación del ABP se llevó a cabo a lo largo de 5 sesiones presenciales de dos horas, adicionalmente, los estudiantes reportaron un total de entre seis y diez horas de dedicación por miembro del grupo, para completar cada una de las fases del proyecto, se formaron equipos de 4 o 5 estudiantes. Para aplicar el ABP, los alumnos debían llevar a cabo el diseño de una red de computadoras que satisficiera las necesidades de comunicaciones de una empresa de gran tamaño.

Se pidió a los estudiantes que elaboraran un conjunto de objetos digitales de aprendizajes transversales, además, el profesor entregó un cuaderno de trabajo donde se les informó sobre los requisitos mínimos que deberían incluir en el proyecto y los criterios de evaluación. Los objetivos digitales de aprendizaje que realizaron los estudiantes fueron hacer videos multimedia, los cuales se centraron de forma teórico-práctica en la exposición de los niveles de diseño de la red de computadoras. Los vídeos fueron publicados en un canal público de YouTube. Adicionalmente, los alumnos podían realizar un vídeo que incluyera la presentación final de todo su proyecto.

Los resultados mostraron que la aplicación del ABP fue beneficiosa para los estudiantes, ya que permitió trabajar competencias específicas importantes tales como el trabajo en equipo o la comunicación oral. También, se demostró una mayor implicación de los estudiantes en el trabajo en equipo, comparados con los resultados de carácter individual. Además, las estadísticas de visitas a los vídeos, reflejan que se ha hecho uso de los objetos digitales (vídeos) desarrollados, los cuales ayudan a los estudiantes en la elaboración de su proyecto, lo cual se hizo visible al evaluar los proyectos, ya que se observó una mejora en la calidad de los mismos en comparación de los cursos anteriores. Finalmente, los estudiantes manifestaron que el ABP les fue útil para comprender mejor los conceptos necesarios para el desarrollo del proyecto.

En cuanto a la relación entre las habilidades de pensamiento creativo y el Aprendizaje Basado en Problemas, Yoon *et al* (2014), realizaron una investigación en la una Universidad privada de Seúl con estudiantes que se preparaban para ser futuros profesores de química a nivel secundaria. El estudio pretendió evaluar la eficacia del ABP en un curso de laboratorio analítico de química; en el cual, se pidió a los estudiantes definir un problema en una situación dada, y buscar fuentes de información que pudieran ser necesarias para su resolución, a partir de esta información los alumnos diseñaron y realizaron los experimentos pertinentes.

El programa que fue diseñado e implementado con 20 estudiantes que constituyeron el grupo experimental durante 10 semanas, el grupo control se compuso de 26 estudiantes quienes tomaron el curso de laboratorio analítico de química tradicional; es decir, el

conocimiento científico fue asociado con un experimento que usualmente es previsto y los estudiantes siguieron el proceso como “receta de cocina” para después verificar los resultados.

En el estudio se evaluaron al inicio y al final de la intervención:

- Las diferencias, entre los grupos, de la habilidad de pensamiento científico de los estudiantes, para esto se aplicó la Prueba de Pensamiento Creativo de Torrance.
- Los cambios en los estudiantes en las habilidades de auto-regulación del aprendizaje, usando el Programa de Entrevista del Aprendizaje Autorregulado (SRLIS, por sus siglas en inglés), su autoevaluación de competencia, también fue evaluada.

Los resultados mostraron que la habilidad de pensamiento creativo en el grupo experimental mejoró satisfactoriamente y significativamente, respecto del grupo control, después de la intervención basada en el ABP. Por otra parte, el SRLIS, mostró que los estudiantes del grupo experimental usaron estrategias de autoaprendizaje más frecuentemente que los estudiantes del grupo control. De acuerdo con los resultados de la autoevaluación, se encontró que los estudiantes se volvieron más positivos y confiados en el ABP y el trabajo en grupo conforme fue progresando el semestre. En general, el ABP mostró ser una estrategia pedagógica instruccional efectiva para mejorar las habilidades de pensamiento creativo, aprendizaje autorregulado, y autoevaluación de los estudiantes de química.

Como se pudo apreciar, en los resultados de las investigaciones, el ABP, es una estrategia didáctica con la cual se puede promover el uso de las Tecnologías Digitales, así como diferentes habilidades como el pensamiento creativo, el aprendizaje autorregulado, y promover el aprendizaje profundo.

## CAPÍTULO 3. HACIA UNA NUEVA METODOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

*"Procuro*

*no cargar mi memoria con datos que puedo encontrar en cualquier manual. El gran valor de la educación, no consiste en atiborrarse de datos, sino en preparar al cerebro para pensar por su propia cuenta y así llegar a conocer algo que no figure en los libros".*

*Albert Einstein*

### **3.1 El ABP, la Creatividad y la Enseñanza de las Ciencias**

Al vincular el Aprendizaje Basado en Problemas con la enseñanza de las ciencias surgen dos perspectivas, la primera concibe a la ciencia como un instrumento para desarrollar la capacidad, en los individuos, de resolver problemas, mientras la segunda concibe el proceso de resolución de problemas como una estrategia útil para que las personas aprendan ciencia.

Para la primera perspectiva, la solución de problemas es un fin y un medio para el aprendizaje. La segunda perspectiva, considera que limitar el objetivo de la resolución de problemas al aprendizaje de heurísticas generales y especiales, así como a la aplicación del conocimiento previamente adquirido, supone desvincular a la ciencia del proceso de construcción de conceptos y teorías, por lo tanto, el ABP, puede mejorar el proceso de enseñanza de las ciencias, ya que el objetivo de la enseñanza debe involucrar otros elementos diferentes a la simple memorización de conceptos científicos, e involucrar elementos como el desarrollo de: aptitudes, capacidades e intereses, de la autonomía, la responsabilidad, y del sentido crítico; lo que forma en el estudiante una manera de pensar que le permite resolver problemas por sí mismo (García, 2003).

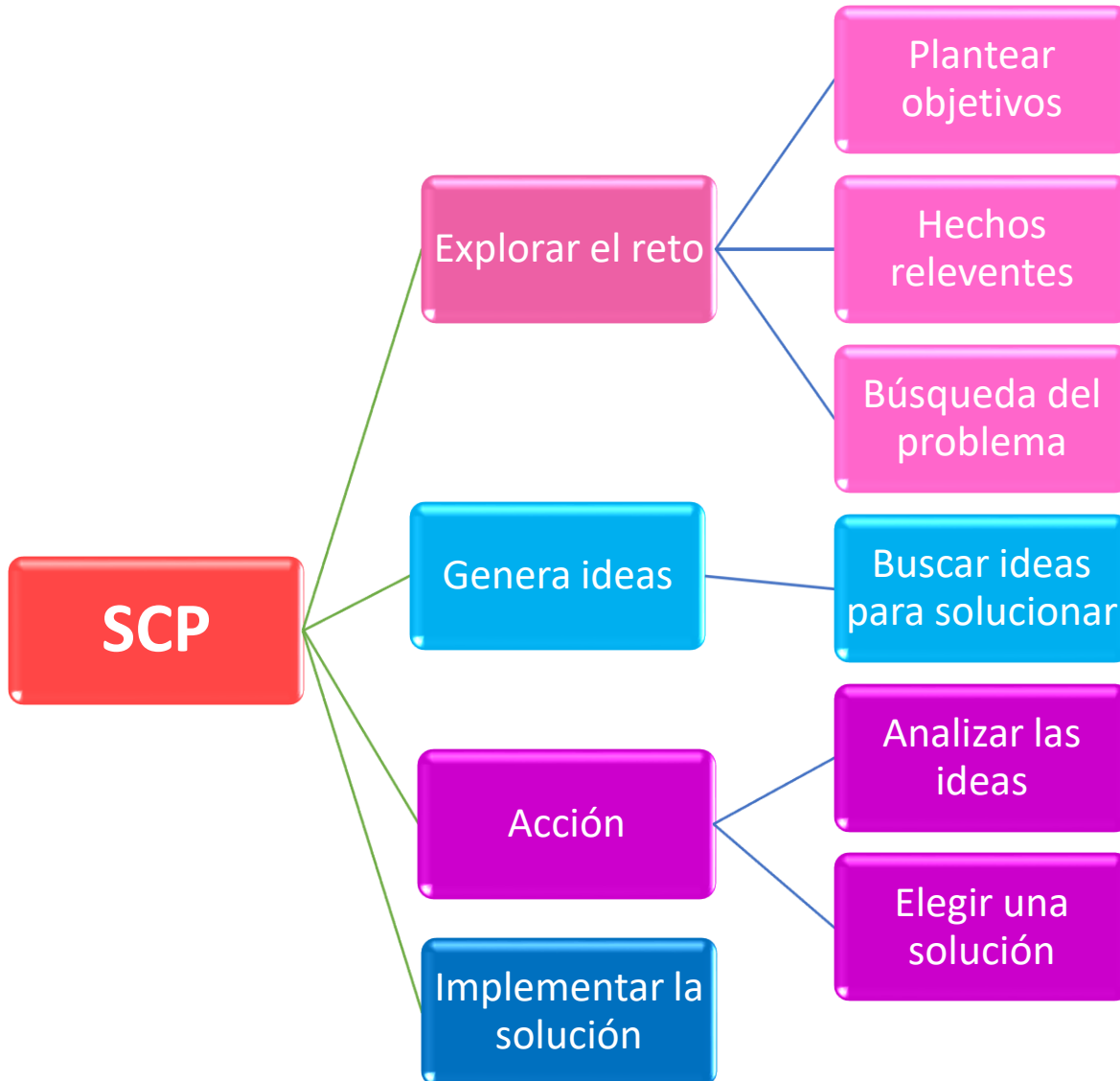
### 3.1.1 La solución creativa de problemas

Según Duarte, Díaz y Osés (2012), las personas requieren desarrollar la habilidad para resolver creativamente los problemas. También hay que considerar que dichos problemas aparecen en todas las edades, y cuando no se tiene la habilidad para resolverlos, la persona queda estática. Por esta razón, el hecho de contar con programas que estimulen sistemáticamente la solución de problemas, principalmente en forma creativa, permitiría a los estudiantes vencer más obstáculos y alcanzar el éxito académico.

Los antecedentes de la Solución Creativa de Problemas (SCP), remiten a 1953, al trabajo de Alex F. Osborn, ya que la SCP surgió de su obra, la cual, está encaminada a la creatividad y la resolución de problemas (Van Gundy, 1987). Autores como Van Gundy (1987), y Guilera (2011), coinciden en que la Solución Creativa de Problemas consta de seis etapas principales, que se describirán enseguida:

- ***Objetivo de investigación:*** Se inicia siendo consiente y reconociendo una preocupación, reto u oportunidad. Algunas veces estos factores son bien conocidos, y otras, se tiene una noción de qué áreas necesitan atención. El objetivo de esta etapa es ayudar a clarificar algunos puntos de partida potenciales y seleccionar un objetivo principal para enfocar la investigación.
- ***Investigación de los hechos:*** El principal propósito de esta etapa es incrementar el entendimiento del área que se ha seleccionado. Para hacer esto, es necesario obtener la mayor cantidad de datos relevantes sobre la preocupación, reto u oportunidad. A medida que se explore el tema, surgirá información más relevante, por lo que es necesario clasificar la información según su importancia, con el fin de hacer una primera definición del problema. Lo cual sirve como punto de partida para la siguiente etapa.
- ***Problema de investigación:*** Es necesario examinar toda la información relevante que se generó en la etapa anterior, para seleccionar un planteamiento del problema que capte mejor la preocupación, el reto o el área de oportunidad, que tenga un potencial de posibles soluciones.

- ***Buscar diferentes soluciones al Problema:*** Se generan la mayor cantidad posible de ideas para solucionar el problema, esto se puede llevar a cabo de forma individual o grupal. Al final de esta etapa, se reduce la lista de ideas y se seleccionan aquellas con mayor potencial para resolver el problema.
- ***Selección de la solución:*** Se analizan las posibles soluciones y se seleccionan las mejores para su posible implementación, para esto, se genera una lista de criterios para evaluar las ideas, y se cada idea bajo estos criterios. Por último, se elige una o más soluciones que tengan el mayor potencial para solucionar el problema.
- ***Implementación de la solución:*** La última etapa implica considerar los posibles obstáculos que se pueden presentar a la hora de implementar la solución, para luego, desarrollar un plan de acción para orientar la aplicación, y analizar los factores que podrían contribuir a una implementación exitosa. Las etapas de la SCP se representan en la figura 5.



**Figura 5. Esquema de las etapas de la SCP, según, Guilera (2011).**

En términos generales, la solución de problemas estratégicamente planificada dentro del ámbito escolar, satisface ciertos requisitos del aprendizaje, dado que constituye una oportunidad para que el alumno disponga de información teórica, procedimientos de ejecución y actitudes favorables hacia la tarea y la disciplina en cuestión. Asimismo, se promueven ciertas habilidades sociales, tales como el acercamiento de la actividad académica a la vida real, la comunicación entre individuos y la toma de decisiones, todas ellas, esenciales para una mejor integración del estudiante al contexto social y cultural.

### 3.1.2 Técnicas creativas

Las técnicas de creatividad son procedimientos de aplicación de las estrategias mentales de resolución de problemas a las etapas del proceso creativo (Guilera, 2011). En este trabajo se usaron algunas técnicas creativas dentro del proceso del Aprendizaje Basado en Problemas, con el fin de concebir ideas para delimitar el planteamiento del problema, analizar el problema planteado, generar diferentes soluciones, eliminar alternativas, y evaluar la solución elegida. A continuación, se describen las técnicas que fueron usadas en este trabajo.

- TÉCNICA SCAMPER

Esta técnica se puede usar de forma individual o grupal, de 1 a 5 participantes y su objetivo es generar ideas originales para nuevos productos, servicios o procesos. La técnica de ideación SCAMPER consiste en aplicar verbos de acción para que sugieran propuestas originales. SCAMPER es una palabra mnemotécnica (en inglés significa “corretear, deambular”). Cada letra corresponde a la inicial de uno de los verbos a aplicar. La técnica consiste en un primer momento, identificar el elemento (el producto, servicio, o proceso) que se quiere mejorar, para después aplicar uno a uno los siete verbos de la lista y ver qué nuevas ideas emergen.

<b>LETRA</b>	<b>VERBO</b>
<b>S</b>	Sustituir
<b>C</b>	Combinar
<b>A</b>	Adaptar
<b>M</b>	Magnificar (Aumentar)
<b>P</b>	Potenciar otros recursos
<b>E</b>	Eliminar (Reducir)
<b>R</b>	Reorganizar (o invertir)



- LLUVIA DE IDEAS (BRAINSTORMING)

En esta técnica pueden participar de 4 a 10 estudiantes. Esta técnica se basa en la estrategia de “carta libre a la imaginación” llamada también “suspensión del juicio”. Se debe cancelar absolutamente toda actitud crítica en esta etapa porque inhibiría algunas ideas. Se prohíbe absolutamente evaluar o criticar las ideas propuestas.

Se trata de generar la máxima cantidad posible de propuestas por el principio de que la cantidad puede aportarnos la calidad deseada. A partir de las propuestas presentadas, se piden al grupo modificaciones, adaptaciones y combinaciones de ideas y se procura que surjan ideas nuevas.

- TÉCNICA 635 (variante del brainstorming)

Es una variante del método brainstorming enfocada al trabajo creativo colaborativo. El nombre le proviene de las cifras que identifican las claves de su funcionamiento en la etapa de generación de ideas: *Seis* personas se reúnen en una mesa con una hoja en blanco enfrente para generar ideas relativas al tema que quieren resolver. *Tres* ideas, son las que tendrán que escribir cada participante en su hoja, de manera concisa y breve ya que sólo dispone de *Cinco* minutos para escribirlas. Se establece un tiempo tan breve para fomentar la espontaneidad, la improvisación, la carencia de autocensura y la fluidez.

Una vez transcurridos los cinco minutos, cada participante pasa su hoja al compañero de al lado y se repite el proceso de escribir tres nuevas ideas durante otros cinco minutos, después de haber leído las ideas de los participantes anteriores y haberse inspirado en ellas.

Se requiere que los participantes procuren no reiterar ideas ya plasmadas y se les dan instrucciones de no desechar en esta etapa ninguna idea, por aburrida, absurda o disparatada que parezca, puesto que pueden ser ideas “puente” para estimular ideas creativas de sus compañeros.

## ▪ MAPAS MENTALES

Esta técnica puede ser llevada a cabo en forma individual o grupal, 1 a 6 participantes por equipo.

El Mapa Mental es un diagrama arborescente que se construye para relacionar de manera totalmente libre, alentando el pensamiento divergente, conceptos, ideas o tareas derivados del tema central que nos ocupa utilizando palabras clave, colores, lógica, ritmo visual, números e imágenes.

Los Mapas Mentales se utilizan para generar, visualizar, estructurar y clasificar ideas, y como una ayuda para estudiar y organizar la información, resolver problemas, tomar decisiones o escribir un texto complejo. Sirven para reunir los puntos que queremos destacar alrededor de un tema e indican de forma sencilla la manera en que éstos se relacionan entre sí.

No tienen una estructura o un orden preestablecido. Constarán siempre de una palabra o imagen central o concepto, en torno al cual se dibujarán de 5 a 10 ideas principales que han sido sugeridos por el concepto central. A partir de cada una de las palabras derivadas, se extenderán las ramas de ideas que nos vayan aportando, sin predeterminedar cuántas divisiones ni qué longitud debe tener cada rama.

El Mapa Mental busca y exige imágenes para su construcción. Las imágenes y dibujos tienen varias funciones:

1. Ayuda nemotécnicas.
2. Expresar con dibujos los conceptos e ideas complejas, evitando con ello muchas palabras.
3. Facilitar nuevas conexiones mentales. Se sabe que las imágenes conectan más rápidamente que las palabras con otras ideas afines.
4. Equilibrar las ideas verbales con representaciones visuales.

- MÉTODO: STORYBOARDING

En esta técnica pueden participar de 4 a 10 estudiantes. El Storyboarding (historia para subirse a bordo) es un método creativo ideado en la década de 1930 por los estudios Walt Disney para ayudar a gestionar la creación de sus dibujos animados. Originalmente era un guión gráfico, es decir, un conjunto de ilustraciones mostradas en secuencia con el objetivo de servir de guía para previsualizar una idea, crear una historia y definir la estructura de una película antes de realizarla. Se podría decir que era un “prototipo de baja fiabilidad y bajo coste” del proyecto audiovisual.

El objetivo del storyboarding es que cualquiera pueda ver de manera casi inmediata de qué va el tema para que se pueda incorporar a proporcionar sus ideas. Es de gran ayuda para la producción final del proyecto porque los detalles más técnicos y complicados sobre su realización pueden ser descritos de manera eficiente en cada imagen, o en una anotación al pie de la misma.

En conjunto con las técnicas ya mencionadas, en este trabajo se utilizaron también algunas estrategias mentales, mismas que según (Guilera, 2011), son efectivas para acercarnos a un mejor conocimiento de los objetos, las situaciones y los problemas, es decir, para comprender de mejor manera lo que nos rodea. Las estrategias no tratan de buscar el qué; tratan de hallar el porqué. La mayoría de las estrategias mentales han sido desarrolladas para la resolución de problemas. Las estrategias usadas serán descritas a continuación:

- PENSAMIENTO ANALÓGICO

La estrategia del pensamiento analógico consiste en unir un concepto desconocido o poco conocido con otro familiar o mejor conocido con el propósito de ayudar a la comprensión del primero. Es necesario que existan relaciones de similitud entre ambos conceptos, pero puede ser una similitud de carácter totalmente abstracto, por ejemplo, que tengan la misma estructura o que se comporten de la misma manera en algunos aspectos muy concretos.

El objetivo principal de la estrategia analógica es ayudar a profundizar el conocimiento sobre las cosas, también, es aplicada para ayudar a la generación de ideas

originales que permitan la resolución de un problema. La creación de conocimiento ha recurrido siempre a la creación y exploración de analogías. Para generar una analogía hay que atenerse a dos grandes preguntas:

- ¿Qué otra cosa me recuerda que se le parezca? Debido a que las similitudes nos ayudan a comprender mejor lo que nos es poco conocido.
- ¿Con qué otra cosa no hay que confundirla? Destacar las diferencias con algo que tenga alguna similitud superficial es una manera poco conocida de enriquecer la comprensión.

- ELIMINACIÓN DE ALTERNATIVAS

La única manera de afrontar la resolución del problema desde dentro es ensayar ordenadamente las soluciones, y pensar en las dificultades que se podrían presentar, así como en las ventajas de cada una de las posibles soluciones. Cuando el camino escogido no lleva a la salida deseada, un pesimista dirá “hemos fracasado”. Un creador pragmático y bien entrenado dirá “ya estamos más cerca de la solución. Si teníamos N alternativas a explorar, ya sólo nos queda N-1”.

- DIVISIÓN DEL PROBLEMA

En lugar de abordar la búsqueda de soluciones del problema planteado como un bloque unitario, se aplica la capacidad de análisis y se divide el problema en sub-problemas (partes del problema) y se estudian por separado.

- ACERTIJS

Los estudiantes deben crear una pregunta basándose en un hecho que les haya parecido muy interesante sobre el tema que investigaron, por ejemplo, si mercurio es el planeta más cercano al sol, ¿por qué no es el más caliente del sistema solar?

- ASOCIACIONES REMOTAS

Se pide a los estudiantes que elijan tres palabras que puedan ser asociadas con algún concepto de su tema de investigación, por ejemplo, polvo, actor, caer, se podrían asociar con Estrella.

### **3.1.3 Rutinas de pensamiento**

En este trabajo, se realizaron algunas actividades y algunas preguntas basadas en las rutinas de pensamiento que se desprenden del programa de “Pensamiento Visible” (Visible Thinking) el cual forma parte del Proyecto Zero (Perkins, 2011), llevado a cabo por la Universidad de Harvard. Por lo tanto, a continuación, se explicará brevemente en qué consiste el proyecto zero, el “Pensamiento Visible” y se describirán las rutinas de pensamiento utilizadas durante la intervención.

#### *Proyecto Zero*

El Proyecto Zero fue fundado en la Escuela de Postgrado de Educación de la Universidad de Harvard en 1967 por el filósofo Nelson Goodman con el propósito de estudiar y mejorar la educación en las artes. Actualmente, el Proyecto Zero está edificado sobre estas investigaciones para ayudar a crear comunidades de estudiantes reflexivos e independientes; para promover la comprensión profunda dentro de las disciplinas; y para fomentar el pensamiento crítico y creativo. La misión de este proyecto es comprender y promover el aprendizaje, el pensamiento, y la creatividad en las artes y en otras disciplinas en individuos e instituciones.

Los programas de investigación están basados en una comprensión detallada del desarrollo cognoscitivo del ser humano y del proceso de aprendizaje en las artes y otras disciplinas. El estudiante se ubica en el centro del proceso educativo, respetando las formas diferentes en que un individuo aprende en las varias etapas de su vida, y las diferencias entre los individuos en cuanto a las formas en que reciben el mundo y expresan sus ideas Ritchart *et al* (2011).

### *Pensamiento visible*

El “Pensamiento Visible”, tiene como objetivo integrar el desarrollo del pensamiento de los estudiantes con el aprendizaje de los contenidos de las materias. Pensamiento Visible comenzó como una iniciativa para desarrollar un enfoque basado en la investigación a la enseñanza de disposiciones de pensamiento. El enfoque enfatiza prácticas de tres ejes centrales: las rutinas de pensamiento, la documentación del pensamiento de los estudiantes, y la práctica profesional reflexiva.

Como ya se mencionó Ritchart *et al* (2011), afirman que el entendimiento no se considera un tipo de pensamiento en absoluto, sino el resultado del pensamiento, para estos autores el pensamiento no sucede al unísono, de una manera secuencial, progresando sistemáticamente desde un nivel al siguiente, sino que es mucho más desordenado, complejo, dinámico e interconectado. El pensamiento está intrincadamente conectado con el contenido y con cada tipo de acto de pensamiento, en los que se pueden discernir niveles de rendimiento, se menciona que, una buena manera de empezar es con el propósito del pensamiento, es decir, ¿Por qué queremos que los estudiantes piensen? ¿Cuándo es útil el pensamiento? ¿Para qué propósitos sirve?

El Doctor David Perkins (2011), de la Universidad de Harvard, menciona que hay muchas maneras de hacer visible el pensamiento, una de las más simples es que los profesores utilizan el lenguaje del pensamiento, ya que todas las lenguas tienen un rico vocabulario de pensamiento, como las hipótesis, la razón, la evidencia, la posibilidad, la imaginación, la perspectiva, y el uso rutinario de éstas de una manera intuitiva natural, ayuda a los estudiantes a conocer los matices del pensamiento y considerar lo que tales términos representan.

Utilizar el lenguaje del pensamiento es un elemento de algo aún más importante: un modelo de reflexión para los estudiantes. Los maestros que no esperan respuestas instantáneas, que muestran sus propias incertidumbres honestamente, que toman un momento para pensar en “¿Qué pasa sí?” o “¿Qué pasa si no?” o “¿Cómo podría hacerse esto?” o “¿Qué hay del otro lado de la caja?”, logran expresar respeto al proceso de pensamiento e implícitamente animar a los estudiantes a notar problemas y oportunidades, y pensar a través de éstos.

Otra forma de hacer visible el pensamiento es salir a la superficie de las muchas oportunidades para pensar durante el aprendizaje de los diferentes contenidos académicos. Las *rutinas de pensamiento* son herramientas útiles en este proceso. Las rutinas de pensamiento son patrones simples de pensar que se pueden utilizar una y otra vez y se integran con facilidad en el aprendizaje de diferentes áreas temáticas, tienen un carácter público, para que hagan visible el pensamiento, y los estudiantes rápidamente se acostumbran a ellos. Una rutina de pensamiento que hemos encontrado para ser útil en muchos entornos implica dos preguntas clave: “¿Qué está pasando aquí?” y “¿Qué ves que te hace decir eso?” (Perkins, 2011). Existen múltiples rutinas de pensamiento, aquí se describirán las que se llevaron a cabo durante la intervención:

▪ COLOR, SÍMBOLO, IMAGEN

Después de haber leído, escuchado o visto algún material, se pregunta a los estudiantes qué les pareció interesante o importante. Cuando se finaliza, cada alumno, eligen tres de esas ideas, las cuales las representan de la siguiente manera:

1. Para una idea, se elige un color, que el estudiante sienta que representa mejor o captura la esencia de la misma.
2. Para otra idea, se elige un símbolo que el alumno sienta que representa mejor o captura la esencia de la misma.
3. Para otra idea, se elige una imagen que el estudiante sienta que representa mejor o captura la esencia de la misma.

Finalmente, con un compañero de grupo, primero, se comparte el color y la idea que representa, se explica por qué se eligió ese color y se repite el proceso con cada una de las ideas elegidas.

- PUNTOS CARDINALES

Los estudiantes analizan las ideas según lo siguiente:

E= Emocionante (Excited)

¿Qué de emocionante encuentras sobre esta idea o propuesta?

¿Cuál es la ventaja?

P= Preocupante (Worrisome)

¿Qué encuentras de preocupante acerca de esta idea o propuesta?

N= Necesito saber (Need to know)

¿Qué más necesitas saber o investigar acerca de esta idea o propuesta? ¿Qué información adicional te ayudaría a evaluar las cosas?

S= Sugerencia para seguir adelante (Stance or Suggestion for Moving Forward)

¿Cuál es tu opinión actual sobre la idea o propuesta? ¿Cómo se podría avanzar en la evaluación de esta idea o propuesta?

- ANTES PENSABA... AHORA PIENSO

Se recuerda a los estudiantes el tema que se desea que consideren. Los alumnos escriben una respuesta usando cada una de las siguientes frases:

1. Antes pensaba...

2. Ahora pienso...

- CLASIFICACIÓN DE IDEAS

Las ideas que surgieron previamente se ubican, según su importancia para comprender el tema, en un plano formado por dos ejes, en la parte superior de éste se escriben las ideas



más importantes, en el medio las de mediana importancia y en la parte inferior del plano las ideas menos importantes, tal como se muestra en la siguiente figura.



Las técnicas y estrategias para promover la creatividad, así como las rutinas de pensamiento, se integraron al proceso del ABP, y se apoyaron en el uso de las Tecnologías Digitales, ya que como se verá enseguida, las TD benefician la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

### **3.2 Uso de las Tecnologías Digitales como herramientas en la enseñanza de las Ciencias**

La actividad científica es una de las principales características del mundo contemporáneo y, por lo tanto, la educación debe responder de la mejor forma posible a esta realidad. Consecuentemente, se han buscado formas de mejorar la educación de todos los estudiantes en ciencias para que, por una parte, puedan comprender el mundo altamente tecnológico en el que viven y poder participar en él; y, por otra, se logre ofrecer herramientas fundamentales para quienes por curiosidad o gusto vean en las ciencias una opción profesional (Bustamente, 2013).

Una alternativa para lograr lo anterior, son las Tecnologías Digitales definidas por Fallas y Zúñiga (2010), como “El conjunto convergente de tecnologías, especialmente la informática y las telecomunicaciones, que utilizan el lenguaje digital para producir, almacenar, procesar y comunicar gran cantidad de información en breves lapsos de tiempo” (p. 6). Los programas informáticos han sido ideados para facilitar distintos procesos dentro de la formación de los estudiantes, entre los cuales está servir de guías, formular asistencia

para la resolución de problemas, brindar información, simular la realidad o también convertirse en un ayudante mental-tecnológico que aporta beneficios en la construcción del conocimiento (Castillo, 2008).

Bustamante (2013), menciona que:

El internet, es el más poderoso sistema de comunicación que haya conocido la humanidad, posibilita además la creación de ambientes colaborativos y cooperativos en el ámbito local, nacional o internacional, en los cuáles docentes y estudiantes pueden compartir proyectos, hallazgos y opiniones sobre un tema en particular. Los estudiantes también pueden encontrar en este medio una variedad de bases de datos con información de todo tipo, o participar en la creación de nuevas bases de datos. (p.28)

Del mismo modo, el uso tanto de internet, como de otras Tecnologías Digitales (programas, aplicaciones, simuladores) se relaciona con el desarrollo del pensamiento creativo al formar un binomio que aporta múltiples posibilidades al docente y al estudiante (Castillo, 2008).

Según Valdez (2012), se reconocen internacionalmente, tres concepciones de las Tecnologías Digitales (TD), bien diferenciadas:

- Como un conjunto de habilidades o competencias. Esta concepción propone a las TD como materia de enseñanza, lo cual conduce a logros en el nivel de las competencias informáticas, sin embargo, no garantiza que dichos logros se reflejen automáticamente en las áreas curriculares.
- Como un conjunto de herramientas o de medios de hacer lo mismo de siempre, pero de modo más eficiente. Aquí se pone énfasis en la relación de las TD con el currículo, y consiste en agregar elementos de tecnología informática a las tareas de aprendizaje para un mejor logro de los objetivos planteados en el currículo vigente.

- Como un agente de cambio con impacto revolucionario. Se considera a las TD como agentes de cambio y con un gran potencial para revolucionar las prácticas en el aula. Lo cual, posibilita reformular a fondo lo que hay que enseñar, cómo enseñarlo y el rol del profesor. Lo cual, entra en conflicto con la cultura escolar existente, generada en buena medida por un currículo observador, que no da espacio a los estudiantes que han adquirido cierta autonomía en el aprendizaje a través del uso intensivo de las TD fuera de la escuela.

Las TD como herramientas, pueden ser muy útiles en la enseñanza de las ciencias naturales en particular La Agencia Británica de Comunicaciones y Tecnología Educativas (2004) (BECTA, por sus siglas en inglés), Bustamante (2013), y Valdez (2012), menciona las áreas que pueden ser favorecidas por el uso de las Tecnologías Digitales respecto a la enseñanza de las ciencias, éstas son el manejo de: datos, información, comunicación y exploración. Además, entre los beneficios que tienen, para los docentes, el uso de las Tecnologías Digitales en el área de las ciencias, se encuentran:

- Motivar a los estudiantes en mayor grado. Los estudiantes están muy motivados al utilizar los recursos que brindan las Tecnologías Digitales, y la motivación es uno de los motores del aprendizaje, ya que incita a la actividad y al pensamiento, además, la motivación, puede lograr que los estudiantes dediquen más tiempo a trabajar, y, por lo tanto, es más probable que aprendan más.
- El acceso a internet permite un mayor acceso a datos auténticos.
- A través de las simulaciones se pueden observar experimentos a los que no se tendría acceso de otro modo.
- El registro de datos y la grabación del vídeo digital permiten acceder a nuevas fuentes de datos, información textual y audiovisual, que, puede facilitar los aprendizajes.
- Las Tecnologías digitales ofrecen una recopilación de datos más precisa y más rápida, ahorrando tiempo de la lección y dando mejores resultados en cuanto a la calidad.
- Promover el aprendizaje cooperativo. Los instrumentos que proporcionan las Tecnologías Digitales (fuentes de información, materiales interactivos, correo

electrónico, foros, blogs) facilitan el trabajo en grupo y las actividades sociales y la cooperación. El trabajo en equipo estimula a sus integrantes y hace que discutan sobre la mejor solución para un problema, critiquen y se comuniquen sus descubrimientos.

- La existencia de múltiples materiales didácticos y recursos educativos que ofrecen, facilitan la individualización de la enseñanza y el aprendizaje, ya que cada estudiante puede utilizar los materiales más acordes con su estilo de aprendizaje y sus circunstancias personales.
- Mejoran las competencias de expresión y creatividad. Las herramientas que proporcionan, facilitan el desarrollo de habilidades de expresión escrita, gráfica y audiovisual.
- Los estudiantes experimentan un aprendizaje significativo a través del uso apropiado de las Tecnologías Digitales.

Respecto a los beneficios para los alumnos se mencionan los siguientes:

1. La representación visual les permite comprender conceptos y procesos.
2. La retroalimentación les permite refinar sus experimentos e hipótesis.
3. Hay una mayor posibilidad de que se dé un aprendizaje auto-dirigido.
4. El internet puede facilitar el acceso a los recursos de aprendizaje fuera de las horas de clase.
5. La comunicación electrónica les permite formar parte de una comunidad de estudiantes, proporcionando oportunidades para la colaboración entre pares, y con profesionales de la ciencia.

Por otra parte, BECTA (2004) proporciona algunas sugerencias para hacer un uso efectivo de las Tecnologías Digitales y se enlistan algunos aspectos en los que su uso ha tenido efectos positivos para la enseñanza de la ciencia:

- Para lograr un uso efectivo de las TD, se recomienda:
  1. Utilizarlas sólo cuando sea necesario para lograr los objetivos de la lección.

2. Dar autonomía a los estudiantes para exponer y poner a prueba sus ideas.
  3. Fomentar la interacción entre los alumnos.
  4. Asegurar que los estudiantes cuentan con la alfabetización digital necesaria y con habilidades de análisis.
- Respecto a la integración de las TD en las clases de ciencias se mencionan algunas áreas en las que éstas han tenido efectos positivos:
    1. Exploración de ideas. Combinando el registro de datos con la representación gráfica de software, hace que sea más fácil para los alumnos presentar sus datos, lo que da más tiempo para explorar y discutir los conceptos.
    2. Motivación. Las Tecnologías digitales pueden motivar a los alumnos, ya que les da más control sobre su aprendizaje y les permite estudiar temas de interés para sus propias vidas. Además, el internet da a los alumnos acceso a datos auténticos, les permite colaborar con sus compañeros y científicos, y por otra parte pueden hacer una contribución basada en la ciencia real.
    3. Cambio de la pedagogía. Los profesores deben actuar como facilitadores, guiando investigaciones y fomentando el debate. Sin embargo, el plan de estudios de ciencias requiere que los maestros cubran grandes cantidades de contenido, lo que es un factor que sigue siendo una barrera para la innovación.

El integrar las Tecnologías Digitales a la práctica docente implica realizar cambios en la forma de enseñar y aprender, por lo que en el siguiente apartado se ejemplificarán, mediante dos investigaciones, algunos logros que se pueden obtener mediante el uso de las TD en la enseñanza de ciencias.

### 3.2.1 Proyectos sobre el uso de las Tecnologías Digitales en la enseñanza de las Ciencias

Se retomarán dos proyectos realizados por Garzón (2014), y Rangel (2013), en torno al uso de las Tecnologías Digitales en la enseñanza de las ciencias, el trabajo de Garzón (2014), además pretende promover la creatividad de los estudiantes en el área de ciencias.

El trabajo llevado a cabo por Rangel (2013), tuvo como objetivo evaluar los beneficios del uso de las Tecnologías Digitales en la enseñanza de las Ciencias Naturales en una escuela primaria, de la Ciudad de México, con estudiantes de 5° grado, abordando los temas de “circuito eléctrico”, “calor y temperatura”, y “sistema solar”. La intervención se realizó a lo largo de 20 sesiones, en las cuales la autora uso diferentes estrategias apoyadas en las Tecnologías Digitales, las cuales fueron conceptualizadas como un recurso para incrementar la comprensión de los temas, se utilizaron vídeos, interactivos y simuladores.

Las actividades realizadas fueron:

Focalización:

- Exploración de ideas previas.
- Hacer preguntas generadoras.
- Escribirlas en hojas de rotafolio.

Exploración:

- Observación.
- Elaboración de hipótesis.
- Actividades experimentales.
- Actividades manuales, de lectura e investigación.
- Actividades con recursos tecnológicos (videos, interactivos, simuladores, búsquedas en internet).

Comparación o contraste:

- Comparación de ideas previas con las actuales.
- Comprobación de hipótesis.

Aplicación:

- Comprobar aprendizaje.
- Transferir lo aprendido a situaciones nuevas.
- Aplicabilidad del tema a nuestra vida.

Los resultados mostraron evidencia del beneficio de las TD para mejorar el rendimiento de los alumnos en la asignatura de Ciencias Naturales, además, se comprobó que el uso de éstas en el salón de clases, ayudó a que los estudiantes accedieran a representaciones gráficas de conceptos y modelos abstractos, así como a una gran cantidad de información (de una forma más rápida con la ayuda de internet). También, se encontró que el uso específico de simuladores y vídeos en el tema del sistema solar permitió el acceso al conocimiento de fenómenos que serían muy difíciles de observar de otra forma, y que ayudaron a la exploración y experimentación proporcionando retroalimentación visual inmediata.

Por otra parte, Garzón (2014), desarrolló en un colegio de Bogotá, lo que la autora llamó “una experiencia pedagógica” (p.2), nombrada “Daylightbiology”, que consistió en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas incorporando las TD y adaptándolas al currículo de la institución, esto se llevó a cabo en educación básica y media secundaria. Con este proyecto se pretendió: contar con un recurso complementario para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales; explorar e implementar herramientas virtuales como una forma integrada de la enseñanza presencial; potenciar la creatividad mediante la construcción de materiales que aporten a mejorar la enseñanza de las ciencias naturales; promover en los estudiantes la expresión de sus conocimientos mediante la creación de materiales empleando herramientas que ofrece la web; y familiarizar a los estudiantes y padres de familia a considerar el uso del internet como un medio complementario en el proceso educativo.

El uso de las TD se hizo mediante un web blog que buscó apoyar el desarrollo cognitivo y así promover competencias científicas-digitales y tener la capacidad de construir significado a situaciones virtuales que permitan el aprendizaje de nuevos conocimientos. El blog contó con páginas que comprenden, para cada unidad, los objetivos o metas, una actividad inicial o diagnóstica, material de apoyo, actividades de retroalimentación, experimentemos (guías de laboratorio o laboratorios virtuales), evaluaciones, autoevaluación, coevaluación, foros y recursos adicionales. Cada página o sección se nutrió por recursos ya elaborados en la web o diseñados por el docente de acuerdo a las necesidades de cada grado de enseñanza.

Para llevar a cabo dicho proyecto, se realizaba en el aula la explicación de un concepto, se brindaban las orientaciones para la retroalimentación con el material virtual, donde los materiales se presentaron por subtemas, en los que el aprendizaje se evidenciaba de forma gradual. Después, se resolvían en clase las preguntas que surgen entorno al concepto planteado, para pasar a la realización de actividades o evidencias que fueron diseñadas para que los estudiantes sintieran agrado en comunicar sus conocimientos, potenciar la exploración y su creatividad mediante un producto virtual como la WebQuest, presentaciones Power Point, entre otros recursos. Finalmente, los estudiantes llegaron a las evaluaciones virtuales, mismas que fueron retroalimentadas en clase.

La autora menciona que, según el registro de participación, que se llevó a cabo durante el proyecto, la integración de las TD en el proceso de enseñanza y aprendizaje es un complemento valioso del desarrollo presencial de la asignatura, ya que le permitió captar el interés de los estudiantes de forma más constante, además es un medio para potenciar el desarrollo de competencias disciplinares propias de las Ciencias Naturales y, adicionalmente, el desarrollo de las competencias digitales.

En el trabajo se concluye que la modalidad de apoyo virtual permite extender la labor docente fuera de los espacios de la institución, y los padres de familia pueden conocer el desarrollo de la asignatura, acompañar a sus hijos en el proceso de aprendizaje, ser un recurso de apoyo y acompañamiento de las actividades extraescolares, sin tener que requerir de



mucho tiempo en explorar por internet buscando el material adecuado de consulta, y permite un interacción con el docente mediante comentarios dejados en el blog.

Como se ha mencionado el uso de las Tecnologías Digitales en la enseñanza de las Ciencias Naturales tiene múltiples beneficios, sin embargo, para hacer uso de éstas es necesario contar con una guía que permita sacar el mayor provecho de las TD en el ámbito educativo. Es así que se han planteado algunos estándares para guiarnos en su uso dentro de las aulas, mismos que se retomarán a continuación.

### **3.3 Estándares NET-S para Estudiantes**

La Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE por sus siglas en inglés), está integrada por un grupo de líderes a nivel mundial en el área de tecnología y su función es proporcionar guía y dirección en el uso eficaz de la tecnología en la educación, en los niveles de preescolar hasta doceavo grado, y en la formación del profesorado. La ISTE representa a más de 100.000 líderes de la educación y líderes emergentes de todo el mundo e informa a sus miembros sobre cuestiones educativas de alcance nacional y mundial.

Debido a que la integración de las Tecnologías Digitales en las secuencias didácticas realizadas por los profesores, debe de concebirse haciendo uso de éstas como herramientas que permitan potenciar el aprendizaje de los estudiantes mediante diferentes estrategias de enseñanza, la ISTE propone los Estándares Nacionales de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para estudiantes (NETS-S por sus siglas en inglés) (2007), los cuales indican qué habilidades se pueden desarrollar mediante el uso de las Tecnologías Digitales y cómo lograrlo, es decir, nos guían en cuanto a “Lo que los estudiantes deberían saber y ser capaces de hacer para aprender efectivamente y vivir productivamente en un mundo cada vez más digital...” (NETS-S, 2007, p. 2), dichos estándares son:

- Creatividad e innovación. Los estudiantes demuestran pensamiento creativo, construyen conocimiento y desarrollan productos y procesos innovadores utilizando las Tecnologías digitales.

- **Comunicación y Colaboración.** Los estudiantes utilizan medios y entornos digitales para comunicarse y trabajar de forma colaborativa, incluso a distancia, para apoyar el aprendizaje individual y contribuir al aprendizaje de otros.
- **Investigación y Manejo de Información.** Los estudiantes aplican herramientas digitales para obtener, evaluar y usar información.
- **Pensamiento Crítico, Solución de Problemas y Toma de Decisiones.** Los estudiantes usan habilidades de pensamiento crítico para planificar y conducir investigaciones, administrar proyectos, resolver problemas y tomar decisiones informadas usando herramientas y recursos digitales apropiados.
- **Ciudadanía Digital.** Los estudiantes comprenden los asuntos humanos, culturales y sociales relacionados con las Tecnologías Digitales y practican conductas legales y éticas.
- **Funcionamiento y Conceptos de las Tecnologías Digitales.** Los estudiantes demuestran tener una comprensión adecuada de los conceptos, sistemas y funcionamiento de las Tecnologías Digitales.

La Secretaría de Educación Pública (SEP) (2010), plantea estándares para hacer uso de las Tecnologías Digitales en la Ciudad de México, en los niveles de la educación básica, los cuales, están basado en los estándares NET-S, en el siguiente apartado se describirá lo planteado por la SEP (2010).

### **3.4 Estándares TIC para la Educación Básica en México**

La SEP (2010), menciona que los estándares son los niveles normativos establecidos para mediciones específicas de desempeño, y son importantes porque:

- **Orientan la práctica de los docentes al señalar con precisión los desempeños esperados en momentos específicos del trayecto educativo.**

- Permiten que las competencias para la vida, adquieran un lugar relevante en la planeación educativa.
- Ofrecen una base objetiva para estructurar la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa.
- Fijan una base de equidad al proveer al sistema educativo de las mismas metas, promoviendo que los estudiantes alcancen los mismos aprendizajes mínimos, al margen de cualquier consideración.

La SEP (2010), propone seis estándares, que se clasifican dentro de tres dominios de aprendizaje: cognitivo, metacognitivo y socioafectivo. Enseguida se describirá en primer lugar, el dominio de aprendizaje, después se mencionarán los estándares, y finalmente las competencias que se promueven:

- Dominio cognitivo: se incluyen las actividades de manejo de información, el dominio de las herramientas y la capacidad de comunicar y participar en redes de conocimiento. Los estándares asociados a este dominio son:
  1. Los estudiantes buscan, integran y organizan información. Promoviendo las siguientes competencias en los estudiantes:
    1. Acceden y saben cómo recolectar información.
    2. Organizan la información en diversos esquemas de clasificación.
  2. Profundizan y reformulan los esquemas de información adquiridos.
    1. Interpretan, resumen, comparan y contrastan información utilizando diversas formas de representación.
    2. Evalúa la claridad, veracidad, precisión, relevancia y utilidad de la información.
    3. Construye nueva información y conocimiento al adaptar, aplicar, diseñar, crear y representar información.

3. Los estudiantes comunican información y conocimientos a otros individuos o grupos.
    1. Comunican información y conocimiento a otros individuos o grupos.
    2. Participan activamente en redes y espacios colectivos para discutir y generar información y conocimiento.
  4. Los estudiantes realizan operaciones básicas en el manejo de computadoras e internet.
    1. Aplican herramientas básicas de hardware, software e internet a tareas de diferentes contextos: académico, personal y social.
- Dominio metacognitivo: se integra el aspecto de la autorregulación.
    1. Los estudiantes regulan sus necesidades y procesamiento de información.
      1. Identifican sus necesidades de información; planifican y monitorean su consecución oportuna y eficaz.
      2. Se esfuerzan por perfeccionar sus habilidades para buscar y procesar información.
  - Dominio socioafectivo: se refiere a los aspectos actitudinales en dos sentidos, los elementos motivacionales para utilizar la tecnología de forma constructiva y, la necesaria responsabilidad en su manejo.
    1. Los estudiantes se responsabilizan del uso de la información, conocimiento y tecnología.
      1. Valoran la importancia de la información y el conocimiento en una sociedad democrática.
      2. Practican una conducta ética en relación a la información, al conocimiento y al uso de la Tecnología.

En base a todo lo planteado a lo largo de los tres capítulos, se desarrolló la intervención que conformó este proyecto, a continuación, se describirá el proceso que se llevó a cabo.

## **MÉTODO**

### **Objetivo General:**

Promover la creatividad científica a través del Aprendizaje Basado en Problemas para lograr un mayor aprendizaje sobre el tema del universo, en estudiantes de sexto grado de primaria

### **Objetivos específicos:**

- Hacer uso de rutinas de pensamiento, técnicas y estrategias de creativas para promover la creatividad científica en el proceso del ABP.
- Que los estudiantes hagan uso de las tecnologías digitales dentro y fuera de la escuela, para acceder a diversos recursos de aprendizaje, y representen sus aprendizajes de diferentes maneras con apoyo de las mismas.
- Hacer visible el proceso de resolución de problemas y los aprendizajes de los estudiantes.
- Que los estudiantes logren un mayor aprendizaje sobre el universo.

### **Tipo de estudio**

El estudio que se llevó a cabo fue un estudio de tipo exploratorio. El estudio exploratorio es descrito por Hernández, Fernández y Baptista (2003), citados por García (2009), como aquel que se realiza cuando se pretende examinar un tema, evento, situación o problema de investigación poco estudiado, o que no ha sido abordado antes.

## Variables

**VI: Intervención.** Se refiere al uso de las rutinas de pensamiento, técnicas y estrategias de creatividad, dentro del proceso del ABP (planteamiento del problema, identificación de las necesidades de aprendizaje, aprendizaje de la información necesaria, búsqueda de soluciones, resolución del problema), llevado a cabo sobre el tema de “El Universo”.

**VD1: Representaciones, de los estudiantes, hacia la ciencia y la creatividad.** Se refiere a las palabras que los estudiantes asocian con la ciencia y la creatividad. Esta variable se midió mediante la jerarquización de las palabras escritas en las redes semánticas.

**VD2: Rasgos de la creatividad: fluidez,** es decir, la facilidad para generar un número elevado de ideas; **flexibilidad,** comprende un cambio, un replanteamiento o reinterpretación, es la capacidad para cambiar de un enfoque de pensamiento a otro; **originalidad,** se refiere a la habilidad para producir respuestas novedosas poco convencionales, lejos de lo usual y lo establecido es interpretada estadísticamente, una respuesta que es rara, que ocurre sólo ocasionalmente en una población dada, es considerada original (Hu y Adey, 2002). Estos rasgos fueron medidos según la puntuación obtenida en cada uno de ellos, en el Test de Pensamiento Científico-Creativo (Hu y Adey, 2002).

**VD3: Creatividad científica y productividad científica:** la **creatividad científica,** se refiere a las habilidades para imaginar o resolver problemas, a no pensar de manera estándar o estereotipada, sino a pensar de manera diferente y al entusiasmo por las actividades científicas, y la tendencia a explorar, en detalle, los datos pertinentes. La **productividad científica,** se refiere a tener un propósito y usarlo para producir algo, al deseo de encontrar nuevos métodos o crear nuevas cosas e imaginar que las cosas pueden ser posibles en la realidad (Mun, Mun y Kim, 2015). Esta variable se midió mediante las respuestas dadas en el Inventario de Imaginación Científica “SII” (Mun, Mun y Kim, 2015).

**VD4: Aprendizaje sobre el tema del universo.** Se refiere a los conocimientos que los estudiantes lograron sobre el tema del Universo. Se midió según el número de respuestas correctas obtenidas en el cuestionario sobre “El Universo”.

## Diseño de la intervención

El diseño del proyecto fue no experimental, transeccional, pretest – postest. El trabajo se desarrolló haciendo uso del diseño instruccional ASSURE (Analizar, Fijar objetivos, Seleccionar, Utilizar, Requerir, Evaluar). En la planeación de las secuencias didácticas se incluyeron las cinco fases del modelo de Robert Gagné, dedicándose cuatro sesiones a la etapa de motivación y tres a las etapas de comprensión, adquisición y retención, recuerdo y transferencia, y respuesta y retroalimentación, el formato de las planeaciones se puede ver en el anexo 1.

## Recursos

Los recursos que se utilizaron durante la intervención fueron:

- Libro de texto de sexto año de la materia de Ciencias Naturales
- Hojas blancas
- Blog en el que se subieron algunos materiales y se plantearon algunas actividades
  - <http://blogparaaprendermasciencia.blogspot.com>
- WebQuest
  - <https://drive.google.com/file/d/0B4nDh7-hCh97eJJuWIBiSGRFQW8/view>
- Computadoras
- Tablet as electrónicas
- Páginas de Internet
  - La NASA en español
    - <http://lanasa.net/>
  - Pregúntale a un astrónomo, para niños
    - <http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/askkids/>
  - Astronomía para niñas y niños
    - <http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/astronomia/chicos/>
- Vídeos sobre los diferentes subtemas del libro de texto:

- Estrellas
  - <https://youtu.be/JhyR8yZcPc8>
  - <https://youtu.be/pNXNLMJ-LWU>
  - <https://youtu.be/REVCaeYqxYw>
- Asteroides
  - <https://youtu.be/Vro6yHzVNJo>
  - [https://youtu.be/24X\\_emw\\_YRU](https://youtu.be/24X_emw_YRU)
- Galaxias
  - <https://youtu.be/AZGqSkw7Ijo>
  - <https://youtu.be/UmBRT-yp3A0>
- Cometas
  - <https://youtu.be/ND8pTGKzLOA>
- Planetas
  - [https://youtu.be/5Qk5\\_YHKLc0](https://youtu.be/5Qk5_YHKLc0)
  - <https://youtu.be/REVCaeYqxYw>
  - <https://youtu.be/3GawNhij6bo>
- Ciencia y Tecnología
  - <https://youtu.be/n0YiwN4I4Qs>
  - <https://youtu.be/-CbrQHk5UrY>
  - <https://youtu.be/-mWNTTUDuPI>
- Satélites naturales
  - <https://youtu.be/lfPcs0cCjU>
  - <https://youtu.be/kFDIJrPAnCA>
  - <https://youtu.be/9GfHJgiURxE>
- Hoyos negros
  - <https://youtu.be/gjX1lvEnTos>
  - <https://youtu.be/AZGqSkw7Ijo>
  - <https://youtu.be/UmBRT-yp3A0>
- Espacio y trajes espaciales
  - <https://youtu.be/n0YiwN4I4Qs>
  - <https://youtu.be/a9L9-ddwcrE>



- Aplicaciones:
  1. X-mind
  2. Movie Maker
  3. Pictochart
  4. Socreative
- Programas: Word, Paint y Publisher

### **Participantes**

Se realizó un muestreo no probabilístico, intencional.

En el Proyecto participaron dos grupos de sexto año, con una edad entre 11 y 12 años. Un grupo experimental, compuesto por 30 estudiantes, 17 niñas y 13 niños, y un grupo control, integrado por 31 estudiantes, 12 niñas y 19 niños.

### **Instrumentos de Evaluación**

La evaluación se llevó a cabo mediante un Pretest y un Postest, es decir, antes y después de la intervención se aplicaron los siguientes instrumentos:

- **Redes semánticas:** una con la palabra ciencia y otra con la palabra creatividad. El procedimiento que se siguió fue pedir a los estudiantes que definieran, los conceptos de “ciencia” y “creatividad”, mediante diferentes palabras, que posteriormente ordenarían según su importancia, es decir, a la palabra que los estudiantes consideraran de mayor importancia le asignarían el número 10, a la que le siguiera el número 9 y así sucesivamente.

- ***Cuestionario sobre el tema del universo***, ya que el tema de “El Universo” fue el contenido revisado durante la intervención, dicho cuestionario estuvo basado en la información del libro de Ciencias Naturales de sexto grado sobre este tema, y en las preguntas que se plantearon los estudiantes sobre cada subtema. Los tópicos que se incluyeron en el cuestionario fueron: galaxias, estrellas, planetas, traje espacial, cometas y tecnología para estudiar el universo (ver anexo 2).
  
- ***Inventario de Imaginación Científica “SII”*** (por sus siglas en inglés) desarrollado por Mun, Mun y Kim (2015) (ver anexo3). Este inventario consta de 19 ítems que evalúan la sensibilidad científica, creatividad científica y la productividad científica, por los alcances de este proyecto, sólo se retomaron los reactivos correspondientes a las áreas de creatividad científica y productividad científica, mismas que ya fueron explicadas anteriormente, cada ítem tuvo cuatro opciones de respuesta:
  1. Totalmente en desacuerdo
  2. En desacuerdo
  3. Totalmente de acuerdo
  4. De acuerdo
  
- ***Test de Pensamiento Científico-Creativo*** (Hu y Adey, 2002). Este test evalúa la fluidez, la originalidad y la flexibilidad (conceptos mencionados anteriormente), mediante siete tareas, de las cuales se retomaron cuatro de éstas (ver anexo 4). La *fluidez* se evalúa contando el número de respuestas dadas a cada tarea, se asigna un punto por respuesta; la *flexibilidad* se evalúa según el número de enfoques o áreas en cada respuesta, se asigna un punto por área; y la *originalidad* se evalúa según la frecuencia y el porcentaje de todas las respuestas dadas, a las respuestas que da más del 10% de los estudiantes se les asigna un punto, a las que dan entre el 5% y el 10%

de los alumnos se les asignan 1 punto, y finalmente a aquellas que sólo dan menos de 5% de los estudiantes se les asignan 2 puntos.

## **Procedimiento**

La intervención se llevó a cabo durante dos días a la semana, en sesiones de una hora y media, durante un periodo de un mes y medio. El proyecto se desarrolló en cuatro fases:

- Fase 1. *Etapa inicial*. Se aplicaron pruebas a los estudiantes para conocer su estado inicial en términos de creatividad y productividad científicas (Mun, Mun y Kim, 2015); fluidez, flexibilidad y originalidad (Hu y Adey, 2002); conocimientos sobre el universo; y sus representaciones sobre la ciencia y la creatividad.
- Fase 2. *Etapa de implementación*. El proyecto se desarrolló a lo largo de 13 sesiones, que se llevaron a cabo dos veces a la semana durante seis semanas.
  1. Durante 10 sesiones se retomaron algunos métodos creativos como la lluvia de ideas, el método 635, el pensamiento analógico, los acertijos, las asociaciones remotas, la eliminación de alternativas, el cambio de presentación del problema, la división del problema, los mapas mentales, el storyboarding, y el método SCAMPER (Guilera, 2011), además, se realizaron algunas actividades y preguntas basadas en las rutinas de pensamiento (Perkins, 2011), todas las técnicas utilizadas en esta etapa fueron descritas en el capítulo 3.
  2. Se dejaron algunas actividades para realizar en casa, mismas que fueron retomadas al inicio de la siguiente sesión.
  3. Las últimas 3 sesiones fueron dedicadas a la planeación e implementación de la solución al problema, así como al cierre del proyecto.

## Proceso de intervención

A continuación, se realizará una breve descripción de lo ocurrido en cada una de las sesiones, la planeación de cada sesión se puede ver en el **anexo 5**:

### ▪ **SESIÓN 1. ETAPA DE GAGNÉ: *MOTIVACIÓN***

Previamente a la sesión se les pidió a los estudiantes que buscaran una noticia que les llamara la atención de algunos de los siguientes temas:

- Estrellas
- Satélites naturales
- Ciencia y tecnología para estudiar el universo
- Galaxias
- Cometas
- Planetas
- Asteroides

Además, se les pidió que seleccionaran la noticia, extrajeran tres ideas principales, de las cuales, una la representarían mediante un color, otra mediante un símbolo y la tercera sería representada con una imagen.

Al inicio de la sesión, se reunió a los estudiantes en equipos según el tema de su noticia, y se les pidió que comentaran con sus compañeros sobre ésta, así como sobre las tres ideas principales y porqué habían elegido el color, el símbolo o la imagen para representar cada una de ellas.

Una vez que terminaron la actividad anterior, se pasó a la actividad del método 635, para la cual escribieron en una hoja 3 ideas sobre lo que podrían investigar sobre el tema de su noticia, y después se les pidió que le dieran la hoja al compañero que tenían a su derecha para que éste escribiera otras tres ideas tomando en cuenta las que ya estaban escritas en la

hoja, y realizaran la misma actividad hasta que todos hubieran revisado y escrito tres ideas en las hojas de cada uno de sus compañeros.

Una vez terminada esta actividad, los estudiantes clasificaron sus ideas según su importancia, esto con ayuda de un cuadro en el que debían escribir en la parte superior del cuadro las ideas más importantes, en medio las ideas de mediana importancia y abajo las ideas menos importantes. Una vez que terminaron esta actividad los alumnos realizaron preguntas sobre lo que deseaban investigar sobre el tema que habían elegido, posteriormente preguntaron a algunos de sus compañeros, qué deseaban saber sobre el tema que iban a investigar y realizaron la misma pregunta a algunos de sus familiares. Una vez que terminaron de indagar sobre lo que otras personas podrían querer saber del tema, realizaron una lista de preguntas guía para su investigación.

Durante esta sesión los estudiantes quedaron organizados en ocho equipos, mismos que plantearon preguntas, según el tema que eligieron, algunos ejemplos de estas preguntas son:

- ¿De qué están hechas las estrellas?
- ¿Qué formas tienen las estrellas?
- ¿Qué conocimientos han aportado los instrumentos que se usan para las investigaciones acerca del universo?
- ¿Cómo es el clima en otros planetas?
- ¿Cuánta gravedad hay en Júpiter?
- ¿Cuál es el tamaño de las galaxias?
- ¿Qué es un agujero negro?

En cuanto a la organización de las preguntas según su importancia, se retomará el ejemplo del equipo con el tema de “las galaxias” (ver imagen 1).



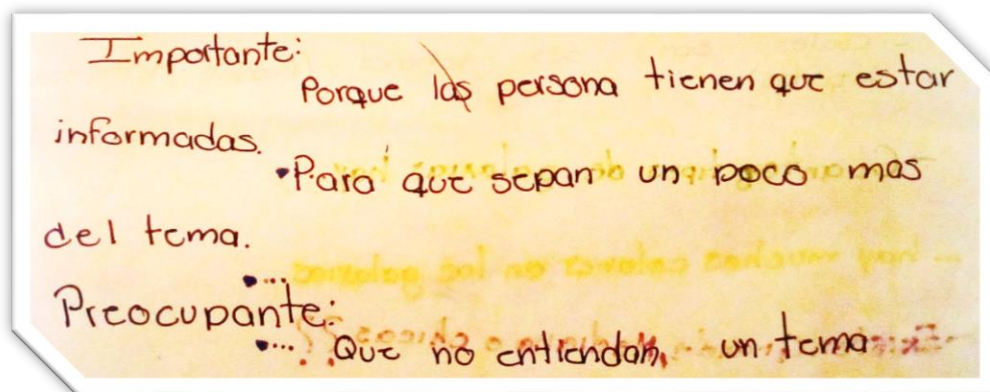
Imagen 1. Ejemplo de la organización de las preguntas que generó el equipo de “galaxias”

## ▪ **SESIÓN 2. ETAPA DE GANGÉ: *COMPRENSIÓN***

En esta sesión se les planteó el problema que debían resolver, que en este caso fue: *idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.*

Una vez que se planteó el problema, los estudiantes discutieron con su equipo sobre por qué era importante informar a las personas sobre su respectivo tema, y qué dificultades podían enfrentar al informar sobre su tema.

Para ejemplificar esta actividad, se retomará lo escrito por el equipo con el tema de “las galaxias” (ver imagen 2).



**Imagen 2. Ejemplo de la actividad realizada por el equipo de “galaxias” sobre lo importante y lo preocupante de informar a las personas sobre las galaxias.**

En la imagen 2 se puede ver que, para el equipo con el tema de galaxias, era importante comunicar a las personas sobre su tema de investigación, porque éstas deben estar informadas y para que supieran más, además, se puede observar que lo que les preocupaba era que sus compañeros no entendieran el tema.

Posteriormente, los estudiantes enlistaron los pasos que debían seguir para solucionar el problema, desde la búsqueda de información a la implementación de la solución. Después de esto, se les pidió que respondieran en equipo a las siguientes preguntas:

- ¿Qué sabes acerca del tema?
- ¿Qué más necesitarías averiguar?
- ¿Cómo podrías explorar este tema?

Más adelante, realizaron un Storyboard en los que representaran los pasos a seguir y los modificaran sólo si era necesario. De tarea se dejó terminar el Storyboard.

Un ejemplo de Storyboard, es el realizado por el equipo con el tema de “la luna” (ver imágenes 3 y 4), en el que, los estudiantes, se plantearon los siguientes pasos a realizar:

Paso 1. Investigar la información en internet

Paso 2. Pegar información correcta e informarles bien a las personas

Paso 3. Pegar carteles con información correcta

Paso 4. Hacer una maqueta.

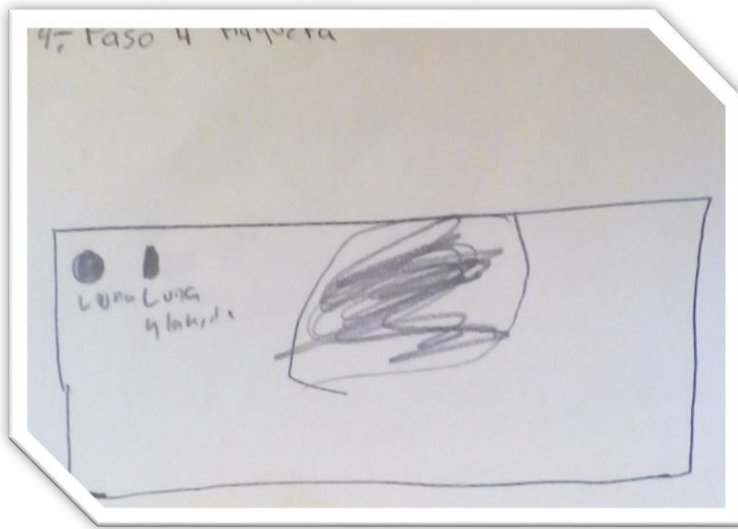


Imagen 3. Ejemplo de Storyboard realizado por el equipo de “la luna”.

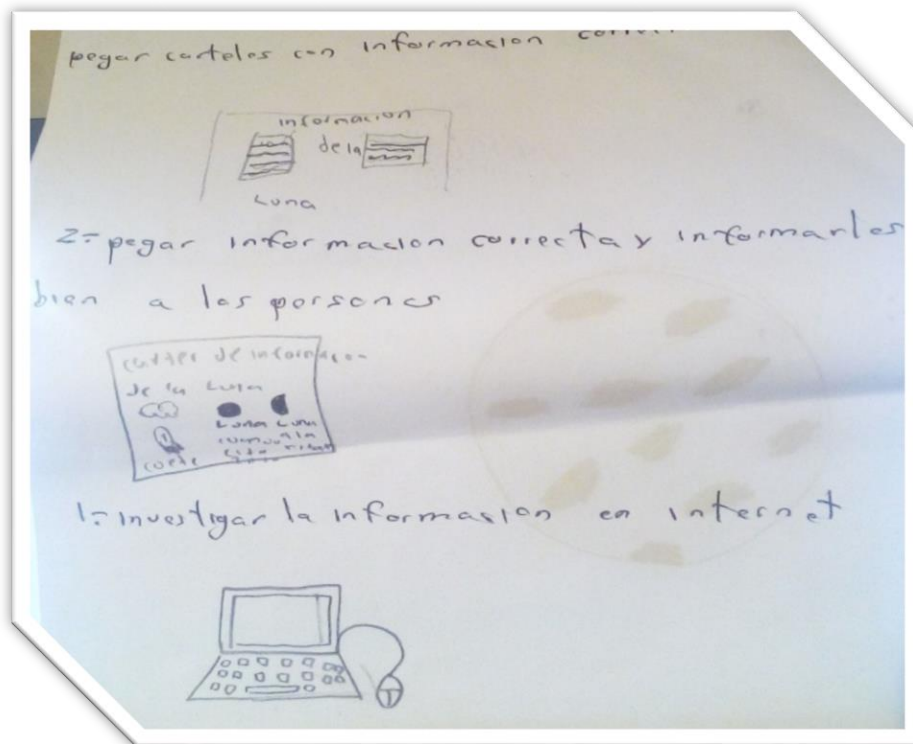


Imagen 4. Ejemplo de Storyboard realizado por el equipo de “la luna”



## ▪ SESIONES 3 y 4. ETAPA DE GAGNÉ: *COMPRENSIÓN*

Al inicio de esta sesión se revisó el Storyboard de cada uno de los equipos. Después, se les presentó el Blog y las herramientas con las que contaba éste, tales como, páginas de internet especializadas en la astronomía explicada a los niños, la NASA en español, páginas que contenían algunos juegos sobre astronomía (ver imagen 5).



**Imagen 5. Blog utilizado por los estudiantes.**

Los estudiantes exploraron el blog y se les pidió que descargaran del mismo la WebQuest sobre el universo, con la que trabajarían más adelante. Se revisó y se explicó de forma general a todos los estudiantes, cómo realizar la WebQuest y se exploraron algunos de

los recursos que contenía como páginas web y vídeos en los que, posteriormente, los estudiantes buscaron información sobre cada uno de sus temas.

## ▪ **SESIONES 5 y 6. ETAPA DE GAGNÉ: ADQUISICIÓN Y RETENCIÓN**

En estas sesiones, los estudiantes organizaron y representaron la información en un Mapa Mental, mediante *Mindomo*, precargado en la tableta de sexto año.

Una vez terminado el mapa mental, se les pidió que, publicaran en el Blog (cada publicación que se hizo fue revisada previamente), lo siguiente:

**ACERTIJO:** en equipo, debían escribir un acertijo sobre algo que les hubiera parecido interesante sobre su tema, por ejemplo: si mercurio es el planeta más cercano al sol, ¿Por qué no es el más caliente del sistema solar?

Un ejemplo de lo publicado por los estudiantes es el siguiente: ***“¿Por qué Marte es la segunda opción de los humanos para vivir?”***

**ANALOGÍA:** se les dio la indicación de que publicaran en el blog, en equipo, una analogía sobre su tema que investigaron, por ejemplo: las estrellas son como...

Un ejemplo de analogía realizado por los estudiantes fue ***“los hoyos negros son como aspiradoras”***

**ASOCIACIONES REMOTAS:** se les pidió a los estudiantes que publicaran tres palabras que se asociaran con algún concepto de su tema, por ejemplo: las palabras polvo, actor, y caer, se pueden asociar con Estrella.

Un ejemplo de lo que los estudiantes publicaron fue: ***“luminoso, colorido, espiral”***, para referirse a una galaxia.

Una vez que terminaron sus publicaciones, debían contestar a mínimo, un acertijo de alguno de sus compañeros, y dar la respuesta correcta una vez que su acertijo fuera contestado.

## ▪ **SESIÓN 7. ETAPA DE GAGNÉ: ADQUISICIÓN Y RETENCIÓN**

Los estudiantes realizaron una lluvia de ideas sobre lo que podían hacer para informar a sus compañeros sobre su tema, después, eliminaron las alternativas, imaginando qué pasaría si se llevaran a cabo cada una de sus ideas, es decir, cuáles serían las ventajas y las dificultades de cada una de las posibles soluciones. Después de este análisis, se les pidió que seleccionaran la alternativa que consideraran más viable para su implementación.

Posteriormente, los estudiantes, analizaron la solución seleccionada mediante la técnica de SCAMPER, es decir, aplicaron algunos de los siguientes verbos a las soluciones que pensaron, con el fin de que identificaran algunos aspectos en los que pudieran mejorar la solución que implementarían, y mejoraran la solución seleccionada.

- Sustituir
- Combinar
- Adaptar
- Magnificar (Aumentar)
- Potenciar otros recursos
- Eliminar (Reducir)
- Reorganizar (o invertir)

Un ejemplo de esto es el trabajo realizado por el equipo con el tema de “Las Galaxias” (ver imagen 6), quienes planearon combinar las fotos de la maqueta con dibujos en un vídeo y, además, aumentar sus recursos, integrando audio al vídeo.

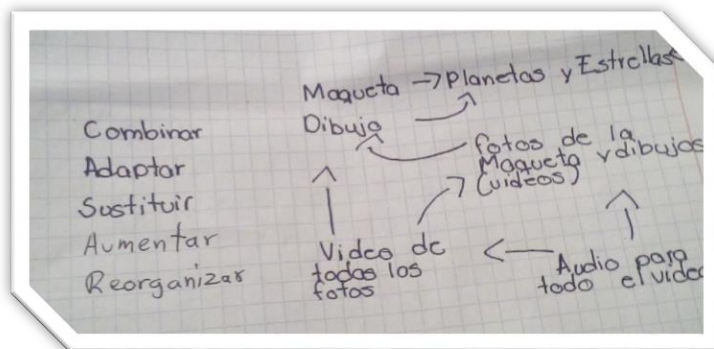


Imagen 6. Ejemplo del SCAMPER realizado por el equipo de “galaxias”.

## ▪ **SESIÓN 8. ETAPA DE GAGNÉ: *RECUERDO Y TRANSFERENCIA***

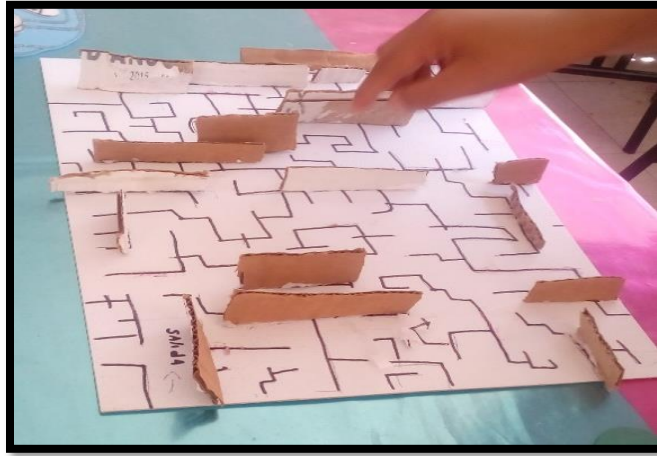
En esta sesión se realizó una reunión de aproximadamente 10 minutos, con cada uno de los equipos para conocer sus dudas, dificultades y avances sobre la solución que iban a implementar posteriormente.

## ▪ **SESIONES 9 y 10. ETAPA DE GAGNÉ: *RECUERDO Y TRANSFERENCIA***

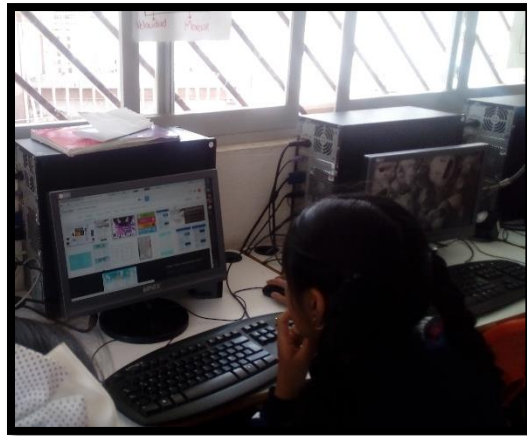
Durante estas sesiones cada equipo realizó los preparativos para llevar a cabo la solución seleccionada (infografías, trípticos, maquetas, vídeos, carteles, juegos) (ver imágenes 7, 8 y 9). En la imagen 7, se puede ver la que los alumnos están realizando una maqueta sobre las estrellas; en la imagen 8, se aprecia un juego hecho por los estudiantes, en el que los alumnos decidieron hacer un laberinto, para que sus compañeros fueran avanzando una vez que contestaran correctamente las preguntas que el equipo les planteaba; en la imagen 9, los estudiantes están haciendo un tríptico con información sobre las estrellas.



**Imagen 7. Maqueta sobre las estrellas.**



**Imagen 7. Juego con preguntas sobre la luna.**



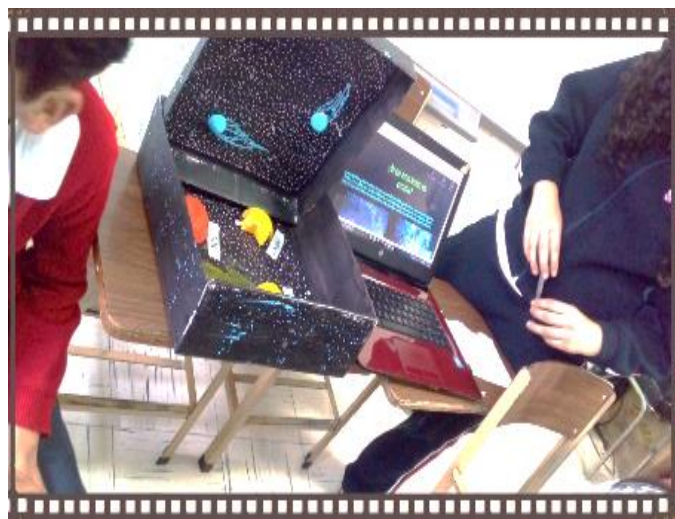
**Imagen 8. Tríptico sobre las estrellas.**

▪ **SESIONES 11 y 12. ETAPA DE GAGNÉ: RESPUESTA Y RETROALIMENTACIÓN**

Los equipos llevaron a cabo la resolución del problema, e informaron a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación. Para esto, dentro del salón de clases se acondicionaron estaciones, por equipo, en las que cada equipo hablaba a los demás compañeros sobre su tema apoyándose en los materiales que habían creado (infografías, trípticos, maquetas, vídeos, carteles, juegos, acertijos, metáforas, asociaciones remotas).

Finalmente, se les pidió a los estudiantes que les comentaran, a cada equipo, qué les gustó de su trabajo y qué les sugerían para mejorar.

Las imágenes 9 y 10, muestran el momento en el que los estudiantes informaban a sus compañeros sobre lo encontrado en su investigación, en la imagen 9, los alumnos se apoyan de una maqueta y una infografía sobre las estrellas; en la imagen 10, los alumnos hacen uso de las tabletas para mostrar a sus compañeros el vídeo que realizaron sobre los planetas.



**Imagen 9. Equipo explicando a sus compañeros sobre las estrellas.**





**Imagen 10. Equipo explicando a sus compañeros sobre los planetas.**

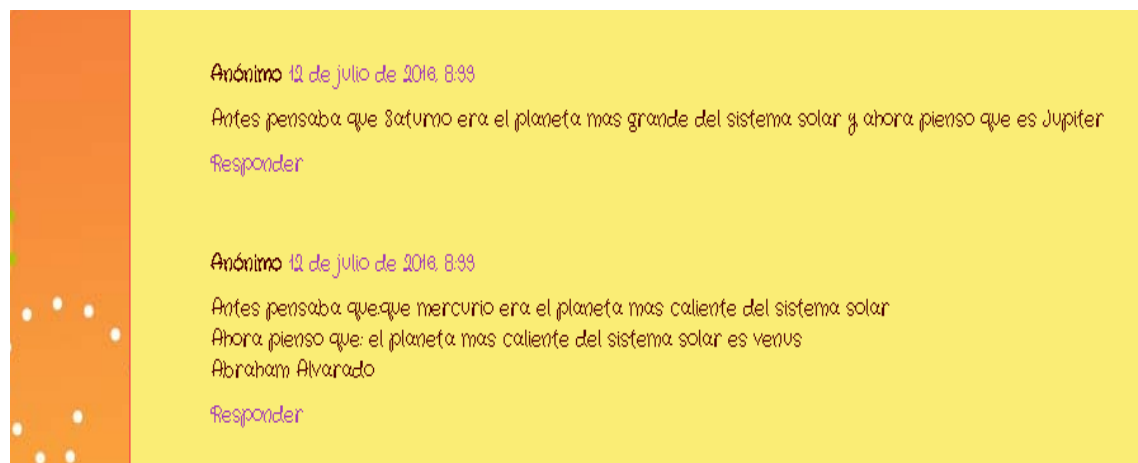
### ▪ **SESIÓN 13. ETAPA DE GAGNÉ: RESPUESTA Y RETROALIMENTACIÓN**

Se les pidió a los estudiantes que, en equipos, comentaran qué habían aprendido sobre su tema, y sobre los temas de otros equipos. Una vez que terminaron esta actividad, debían completar en el blog, de forma individual, las frases (ver imagen 11):

- Antes pensaba...
- Ahora pienso...

Algunos estudiantes, publicaron en el blog cosas como:

- *“Antes pensaba que pesaba igual en todos los planetas, ahora pienso que peso más en algunos planetas”*
- *“Antes no sabía mucho de las estrellas y otras cosas del universo, pero ahora sé muchas más cosas, lo que más me gustó fueron las galaxias”.*

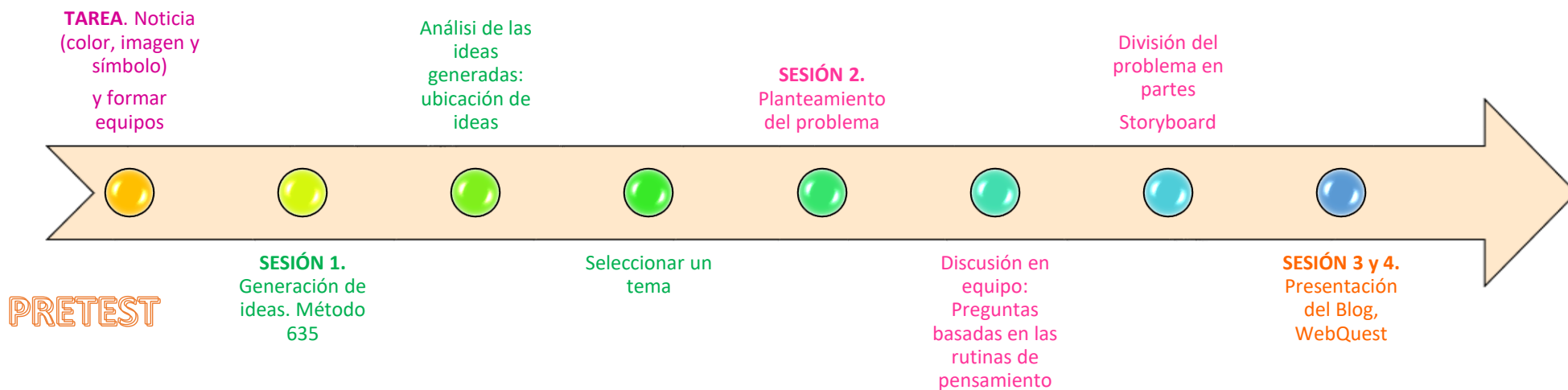


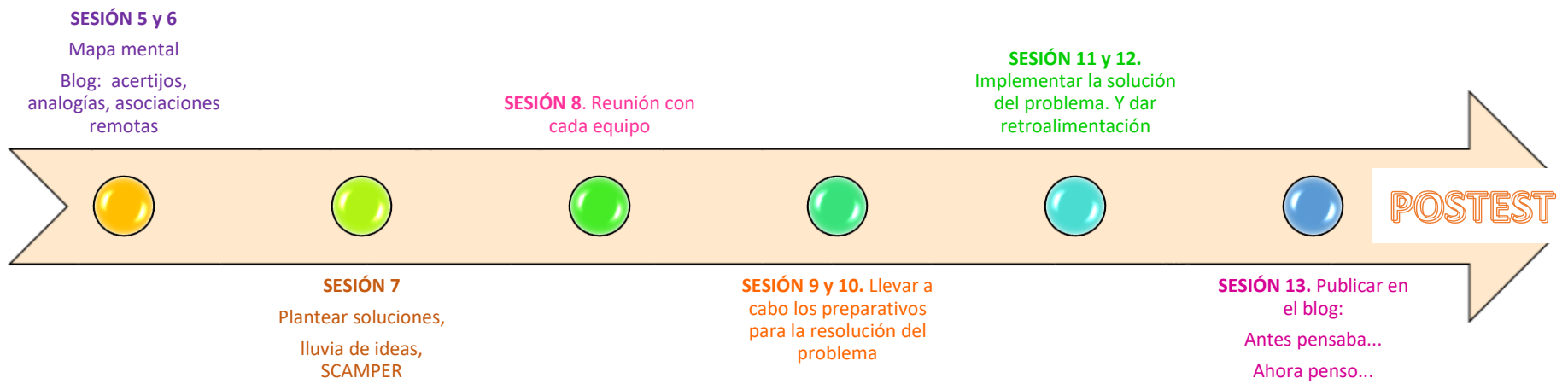
**Imagen 11. Ejemplo de las publicaciones de los estudiantes al completar las frases “antes pensaba...” y “ahora pienso...”**

- Fase 3. *Etapa de evaluación.* Se aplicaron las mismas pruebas iniciales para determinar el cambio producido por la intervención en los campos de creatividad y productividad científicas (Mun, Mun y Kim, 2015); fluidez, flexibilidad y originalidad (Hu y Adey, 2002); conocimientos sobre el universo y sus representaciones sobre la ciencia y la creatividad.



# Esquema del proceso de la intervención





## Resultados

### ▪ *Redes Semánticas*

Las redes semánticas se analizaron según los siguientes parámetros (Figueroa, J., citado en: García-Cabrero y Jiménez, 1996):

- **Valor J.** Es el total de palabras definidoras diferentes en la red de cada grupo y representa la riqueza del conocimiento.
- **Valor M.** Se refiere al peso semántico, es el producto de la frecuencia de un nodo por su valor semántico (asignado en una escala de 1 al 10). Representa la significatividad que tienen los conceptos manifestados en cada grupo.
- **El grupo SAM.** Son los conceptos (generalmente 10) con mayor peso semántico. Indica las definidoras fundamentales en la red de un grupo.
- **Valor FMG.** Se refiere a la distancia semántica de las definidoras, es la puntuación expresada en porcentajes de aquellas diez con el mayor peso semántico (a la definidora que obtuvo el peso semántico más alto, se asigna el 100 por ciento).
- **Valor G.** Se refiere a la densidad conceptual, es el resultado de las diferencias entre los valores M más altos, dividido entre el número de restas realizadas e indica la dispersión o compactación del conocimiento expresado en cada grupo.

Los grupos SAM de las redes semánticas, se muestran a continuación.

**Tabla 2. Red semántica generada por el Grupo Experimental con el concepto “Ciencia” en el pretest y el postest.**

	PRETEST				POSTEST			
	J = 63				J = 75			
	SAM	M	FMG	G	SAM	M	FMG	G
▪ Experimento	129	100	0	0	▪ Experimento	82	100	0
▪ Tecnología	107	82.94	22	22	▪ Tecnología	50	60.97	32

▪	Invento	67	51.93	40	▪	Telescopio	30	36.58	20
▪	Creación	54	41.86	13	▪	Científicos	28	34.14	2
▪	Fórmulas	51	39.53	3	▪	Máquinas	25	30.48	3
▪	Galaxias	44	34.10	7	▪	Crear	22	26.82	3
▪	Inteligencia	37	28.68	7	▪	Descubrimientos	22	26.82	0
▪	Planetas	36	27.90	1	▪	Fórmula	19	23.17	3
▪	Satélites	34	26.35	2	▪	Investigación	18	21.95	1
▪	Radiación	32	24.80	2	▪	Internet	17	20.73	1
<b>Totales</b>				<b>10.7</b>	<b>Totales</b>				<b>7.2</b>

En la Tabla 2, se muestran los datos arrojados por las redes semánticas generadas por los estudiantes del Grupo Experimental (GE), en el Pretest y el Postest. Como se puede observar, la palabra con mayor carga semántica es experimento, seguida por tecnología, esto ocurre en ambos casos (Pretest y Postest), las siguientes dos palabras de la primera red semántica hacen alusión a los inventos y a la creación, existiendo una gran distancia entre las primeras palabras y éstas últimas, finalmente las últimas sólo aluden a un tema en específico, es decir, los estudiantes hacen mención de palabras relacionadas con algunos componentes del universo como galaxias, planetas y satélites.

Las palabras que se pueden ver en la segunda red semántica ya no son específicas de algún tema, sino que son más generales y la distancia entre ellas es pequeña. Lo anterior sugiere que, después de la intervención, los estudiantes lograron relacionar la ciencia no sólo con conceptos específicos de alguna materia, sino que la relacionaron con palabras que podrían aplicarse a cualquier campo de la ciencia, como los descubrimientos, las fórmulas o la investigación, además se puede observar que el uso de internet resultó importante para ellos al pensar en la ciencia, lo cual se relaciona con el proceso de la investigación que llevaron a cabo y las herramientas que utilizaron para hacerlo.

**Tabla 3. Red semántica generada por el Grupo Experimental con el concepto “Creatividad” en el pretest y el postest.**

PRETEST					POSTEST				
J = 97					J = 57				
SAM	M	FMG	G		SAM	M	FMG	G	
▪ Crear	88	100	0	▪	Dibujo	42	100	0	
▪ Imaginar	72	81.81	16	▪	Pintura	39	92.8	3	
▪ Colores	50	56.81	22	▪	Creaciones	36	85.71	3	
▪ Dibujos	45	51.13	5	▪	Colores	31	73.80	5	
▪ Pensar	44	50	1	▪	Imaginación	27	64.28	4	
▪ Pintura	42	47.72	2	▪	Plastilina	24	57.14	3	
▪ Arte	35	39.77	7	▪	Hojas	20	47.61	4	
▪ Jugar	32	36.36	3	▪	Bloques	17	40.47	3	
▪ Pensamiento	28	31.81	4	▪	Telescopio	16	38.09	1	
▪ Decoración	28	31.81	0	▪	Máquinas	15	35.71	1	
<b>Totales</b>			<b>6.6</b>	<b>Totales</b>			<b>3.0</b>		

La Tabla 3 muestra las palabras que los estudiantes relacionaron con el concepto de *Creatividad* en el Pretest y el Postest, como se puede observar los conceptos entre las dos redes semánticas son muy parecidos, ya que las primeras palabras usadas para describir la creatividad, en ambos casos, tienen que ver con imaginación, dibujar, colores, pinturas, entre otras, sin embargo, la distancia semántica en la primera red semántica es mayor que en la segunda, y en la segunda red semántica aparecen palabras como telescopio y máquinas, lo que sugiere que los estudiantes pudieron relacionar la creatividad con palabras como telescopio o máquinas, mismas que en un primer momento usaron para definir *Ciencia*, esto indica que para los alumnos, existe, después de la intervención, una relación entre los productos científicos y la creatividad.

**Tabla 4. Red semántica generada por el Grupo Control con el concepto “Ciencia” en el pretest y el postest.**

<b>PRETEST J = 53</b>					<b>POSTEST J= 47</b>				
<b>SAM</b>	<b>M</b>	<b>FMG</b>	<b>G</b>		<b>SAM</b>	<b>M</b>	<b>FMG</b>	<b>G</b>	
▪ Experimentos	79	100	0	▪	Experimentos	111	100	0	
▪ Químicos	62	78.48	17	▪	Laboratorio	61	54.95	50	
▪ Materia	45	56.96	17	▪	Científicos	56	50.45	5	
▪ Investigación	43	54.43	2	▪	Aburrido	49	44.14	7	
▪ Proyecto	39	49.36	4	▪	Químicos	30	27.02	19	
▪ Laboratorio	39	49.36	0	▪	Animales	26	23.42	4	
▪ Científicos	37	46.83	2	▪	Espacio	26	23.42	0	
▪ Animales	31	39.24	6	▪	Plantas	25	22.5	1	
▪ Fábrica	30	37.97	1	▪	Divertida	24	21.62	1	
▪ Plantas	28	35.44	2	▪	Bata	19	17.11	5	
<b>Totales</b>			<b>5.6</b>	<b>Totales</b>				<b>10.2</b>	

La Tabla 4 muestra los resultados de las redes semánticas realizadas por el grupo control en el Pretest y el Postest, para la palabra *Ciencia*, como se puede observar existen seis palabras utilizadas en ambas redes, que hacen referencia a experimentos, laboratorio, químicos. En la segunda red semántica, aparecen palabras como aburrido en el lugar número cuatro de la lista, y divertida en el lugar número nueve. Esto indica que el Grupo Control relacionó la ciencia con el laboratorio, pero no logró relacionarla con la tecnología o con otros inventos científicos.

**Tabla 5. Red semántica generada por el Grupo Control con el concepto “Creatividad” en el pretest y el postest.**

PRETEST				POSTEST			
J = 47				J = 47			
SAM	M	FMG	G	SAM	M	FMG	G
▪ Imaginación	93	100	0	▪ Imaginación	79	100	0
▪ Dibujo	74	79.56	19	▪ Dibujar	61	77.21	18
▪ Colores	60	64.51	14	▪ Colores	47	59.49	14
▪ Pintura	41	44.08	19	▪ Divertido	47	59.49	0
▪ Crear	38	40.86	3	▪ Construir	46	58.22	1
▪ Esculturas	36	38.70	2	▪ Arte	41	51.89	5
▪ Libertad	35	37.63	1	▪ Diseñar	23	29.11	18
▪ Carro	30	32.25	5	▪ Idea	21	26.58	2
▪ Trabajos	29	31.18	1	▪ Minecraft	20	25.31	1
▪ Decorar	26	27.95	3	▪ Experiencia	18	22.78	2
<b>Totales</b>			<b>7.4</b>	<b>Totales</b>			<b>6.7</b>

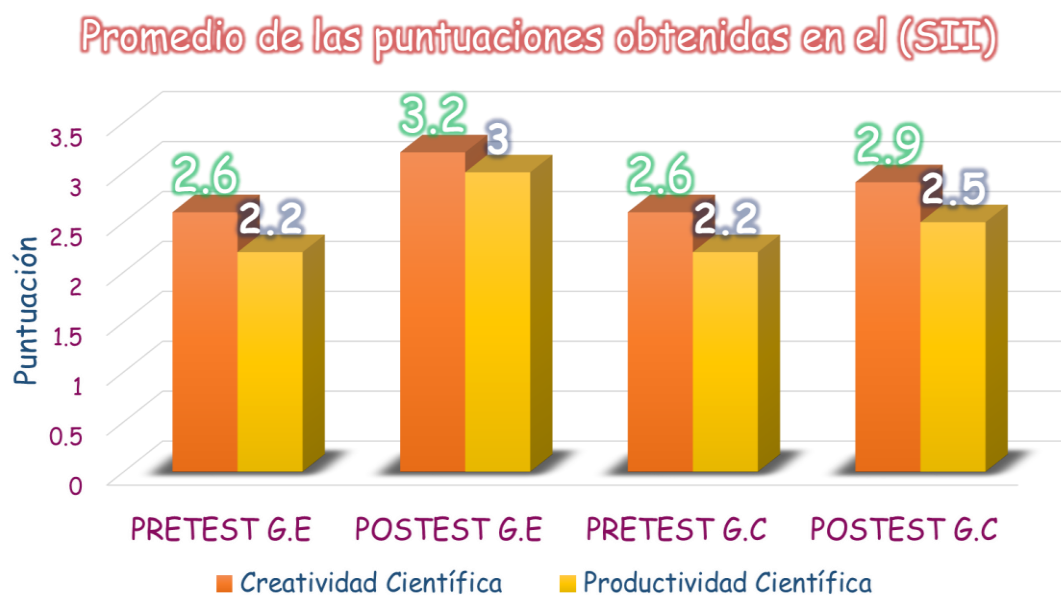
La Tabla 5 muestra las redes semánticas elaboradas por el Grupo Control, en el Pretest y el Postest, para la palabra *Creatividad*, como se puede ver, al igual que el grupo experimental, los estudiantes de este grupo relacionan la Creatividad con palabras como imaginación, dibujo y colores, sin embargo, a diferencia del Grupo Control, no se puede observar una relación entre los productos científicos y la creatividad, ya que en las redes semánticas no existen palabras que estén relacionadas con inventos científicos, sino, que más bien, las palabras escritas están relacionadas con el arte, la decoración y la pintura.

Las redes semánticas en general, sugieren que, después de haber llevado a cabo la intervención, los estudiantes del Grupo Experimental, lograron establecer una unión entre la

creatividad y los productos científicos como los telescopios o las máquinas, mientras que el grupo control siguió teniendo una representación de ambos conceptos (ciencia y creatividad) por separado,

- ***Inventario de Imaginación Científica “SII” (Mun, Mun y Kim, 2015)***

Los resultados de este instrumento se analizaron comparando los datos obtenidos por el grupo control y por el grupo experimental, en las áreas de Creatividad Científica (que mide la fluidez y originalidad), y la Producción Científica (que mide la creación y reproducción).



**Gráfica 1. Promedio de las puntuaciones obtenidas en Inventario de Imaginación Científica, por el Grupo Experimental y el Grupo Control.**

En la Gráfica 1, se puede observar que el incremento en el promedio de las puntuaciones de la categoría de Creatividad Científica es mayor en el grupo experimental (6 décimas) que en el grupo control (3 décimas). Lo que indica que los estudiantes del grupo experimental, después de la intervención, pasaron de estar en “desacuerdo” a estar “de acuerdo” con afirmaciones como “Trato de encontrar respuestas tan a menudo como sea posible” o “Cuando el problema no es fácil de resolver, trato de encontrar una nueva forma de resolverlo”. Mientras que el grupo control no varió sus respuestas, mismas, que estuvieron en “desacuerdo” con afirmaciones como las anteriores.



Lo anterior se repite en la categoría de Productividad Científica, ya que los resultados obtenidos señalan que el incremento entre el promedio de las puntuaciones entre el pretest y el postest, es mayor en el Grupo Experimental (8 décimas), que en el Grupo Control (3 décimas). Lo que sugiere, por un lado, que el grupo experimental, después de la intervención, presentó un mayor deseo de encontrar nuevos métodos o crear nuevas cosas que el grupo control, además, de que el Grupo Experimental paso de estar en “desacuerdo” a estar “de acuerdo” con afirmaciones como “Estaba tan curioso de entender cómo funcionaba algo, que lo he desarmado y/o armado” o “Cuando entiendo cómo funciona algo, recuerdo otra cosa que funciona de la misma forma”, mientras que el Grupo Control permaneció estando en “desacuerdo” con afirmaciones como las anteriores.

- **Test de Pensamiento Científico-Creativo (Hu y Adey, 2002)**

Los resultados de este instrumento se analizaron mediante los datos arrojados por cuatro tareas, en lo referente a los 3 rasgos de la creatividad: fluidez, flexibilidad y originalidad.



**Gráfica 2. Puntajes totales obtenidos en las categorías de Fluidez, Flexibilidad y Originalidad, por el Grupo Experimental y el Grupo Control, en el Test de Pensamiento Científico Creativo.**

La Gráfica 2, muestra un mayor cambio en las puntuaciones obtenidas en las categorías de fluidez, flexibilidad y originalidad, antes y después de la intervención, en el grupo experimental respecto a las obtenidas por el grupo control, el cual, presentó un decremento de tres puntos en las puntuaciones de originalidad.



**Gráfica 2.1. Porcentaje de cambio en las puntuaciones del Grupo Experimental y el Grupo Control en las categorías de Fluidez, Flexibilidad y Originalidad, del Test de Pensamiento Científico Creativo.**

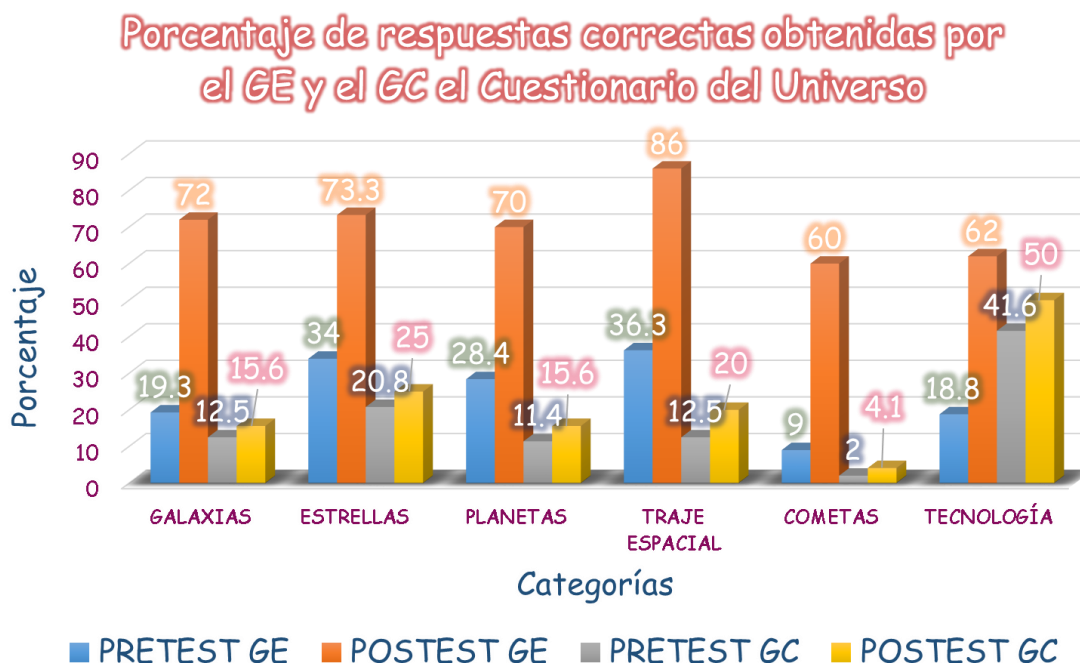
En específico, la Gráfica 2.1, muestra el porcentaje en el cambio de las puntuaciones del Grupo Experimental (GE) y el Grupo Control (GC) en las tres categorías, en esta gráfica, se puede observar que la diferencia en la categoría de “Fluidez” para el GE es de un incremento del 40.5% mientras que el GC sólo tuvo un aumento del 9.8%. En la categoría de “Flexibilidad”, el GE obtuvo un incremento del 47.2%, mientras que el GC aumentó sus puntuaciones en un 6%. En el caso de la categoría de “Originalidad”, se presentó el mayor aumento de todos en el GE, que aumentó un 86.3%, contra un decremento del 21.4 del GC.

Se hizo una comparación entre los puntajes obtenidos, en las tres categorías (fluidez, flexibilidad y originalidad) en el pretest y el postest por el grupo experimental. Se realizó una prueba  $X^2$  en la que se obtuvo con un valor estadístico de 6.09, este valor fue comparado con el valor crítico de la distribución de  $X^2$  con un  $\alpha = 0.05$  y 2 grados de libertad, dicho valor es igual a 5.991, por lo tanto, al ser mayor el valor estadístico que el valor crítico, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes obtenidos por el

grupo experimental en el pretest y el postest en las tres categorías mencionadas. Es decir, los resultados sugieren que la intervención llevada a cabo sí tuvo un efecto en la capacidad de los estudiantes para generar un mayor número de ideas y soluciones, para que éstas estuvieran encaminadas a diferentes temas y que, además, fueran más originales.

▪ ***Cuestionario de conocimientos sobre el universo***

En cuanto al cuestionario sobre el universo, que como ya se mencionó estuvo dividido en seis categorías: galaxias, estrellas, planetas, traje espacial, cometas, y tecnología; los datos arrojados se muestran en la Gráfica 3, en la cual se puede comparar el porcentaje de respuestas correctas obtenidas por el grupo experimental y el grupo control en cada categoría durante el pretest y el postest.



**Gráfica 3. Porcentaje de respuestas correctas obtenidas por el Grupo Experimental y el Grupo Control en cada categoría del Cuestionario sobre el Universo.**

La gráfica 3 muestra que, si bien existe un aumento de las respuestas correctas en cada categoría, el grupo experimental muestra una mayor diferencia entre los porcentajes de

reactivos contestados correctamente. En general, el aumento en este porcentaje, entre el pretest y el postest, en el grupo control, va de un 3.1 a un 7.5 por ciento, mientras que el incremento presentado en el grupo experimental se encuentra entre un 51 y un 52.7 por ciento.

Como se puede observar en la gráfica 3, el tema que resultó más desconocido para los estudiantes fue el de “cometas” en el que se les preguntaban algunas características de los mismos, como a qué se debía su cola o de qué estaba compuesto su núcleo, en esta categoría, el porcentaje de respuestas correctas fue menor al 10 por ciento, en el pretest, y aumentó sólo 2.1 por ciento en el grupo control, mientras que en el experimental aumentó un 51 por ciento.

Con el fin de averiguar si las diferencias presentadas entre las puntuaciones del grupo experimental eran significativas, se realizó una prueba T de Wilcoxon, con un  $\alpha$  del 0.05, el resultado de esta prueba fue  $T= 0.028$ , es decir, existen diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de respuestas correctas obtenidas en el pretest y el postest, por el grupo experimental. Lo que sugiere que la intervención que se llevó a cabo permitió a los estudiantes, del grupo experimental, lograr un mayor aprendizaje sobre las características de los componentes del universo.

## Discusión y Conclusiones

La enseñanza tradicional de las ciencias en la escuela, como ya se ha visto, presenta diversas problemáticas, ya que, por una parte, se pretende que se aborden múltiples temas en poco tiempo, y por otra, los contenidos sólo son memorizados, se abusa de la clase magistral, y no se fomenta en los estudiantes, la imaginación, la curiosidad ni la creatividad, lo que impacta en la actitud que los alumnos tienen sobre la ciencia, haciendo que los jóvenes descarten el estudio de las disciplinas científicas una vez que llegan a la preparatoria.

Es por ello que se deben explorar nuevas formas de enseñar las ciencias, en este caso, las Ciencias Naturales. En este trabajo se propuso hacer uso de técnicas y estrategias creativas, así como de rutinas de pensamiento, para promover la creatividad científica en los estudiantes de un grupo de sexto año de primaria. Se observó en dicho grupo, que la principal herramienta para enseñar esta materia, era el libro de texto, y se pedía a los estudiantes que realizaran actividades como copiar, responder las preguntas que se plantean en el libro, y hacer, eventualmente, algún experimento. Lo anterior impacta en el aprendizaje de los estudiantes, pues, al tener los docentes que cubrir un gran número de temas en poco tiempo y no hacer uso de otros materiales de apoyo que promuevan una mayor comprensión, por parte de los estudiantes, de los temas abordados, no se logra un aprendizaje profundo, sino que sólo se da un aprendizaje memorístico y aislado, dejando de lado las competencias que se pueden favorecer al enseñar ciencias naturales.

Como ya se mencionó, la definición de competencia científica de PISA (2015), da mayor importancia a cómo usar el conocimiento científico, y no hace mención de la imaginación ni de la creatividad científica, dos elementos que fueron importantes para científicos como Albert Einstein, y que otros autores como Hu y Adley (2002), Mun *et al* (2015), y García y Matkovic (2012), para quienes son elementos de suma importancia en la ciencia y en la innovación científica, por lo cual, es importante que se promuevan estas habilidades en los estudiantes desde los primeros niveles, lo que facilitará que los alumnos de nivel superior puedan innovar en cuanto a ciencia y tecnología. No obstante, estudios como los realizados por Mun *et al* (2015), mencionan que existe un decremento en la promoción de la imaginación científica, a partir del séptimo grado, sin embargo, en este

proyecto, se pudo observar que, en los grupos, de sexto grado, en los que se trabajó, tampoco se promovían de forma constante, ni la imaginación ni la creatividad científicas.

A través de este trabajo se pudo ver que la intervención llevada a cabo fue favorable para promover la creatividad científica y lograr un mayor aprendizaje sobre el tema de “El Universo”, ya que, los resultados en el cuestionario sobre el universo, muestran diferencias significativas entre el porcentaje de respuestas correctas obtenidas en el pretest y el posttest, cabe mencionar, que, el pretest, fue aplicado una vez que se había terminado de revisar el tema del universo, por parte del profesor titular, por lo tanto, el pretest, es un indicador de lo que los alumnos aprendieron mediante las clases impartidas por éste, mismas en las que, como ya se mencionó, se hacía, principalmente, uso del libro de texto, para realizar actividades como subrayar, copiar y contestar preguntas.

Aunado a lo anterior, el ABP propició que los estudiantes utilizaran los conocimientos que habían adquirido con un fin más allá de la memorización, y lograran resolver el problema que se les planteó en un inicio, e implementar diferentes soluciones para informar a sus compañeros de los hallazgos de su investigación. Las técnicas y estrategias de creatividad realizadas a través de todo el proceso del ABP, para llevar a cabo cada una de las fases que éste implica, promovieron la fluidez, la flexibilidad y la originalidad en los estudiantes, elementos importantes en la creatividad, además de que los alumnos, pudieron, a partir de éstas técnicas, estrategias, y las rutinas de pensamiento, generar preguntas que guiaran su investigación y lograron analizar la información que encontraron. Además, como lo menciona Fasce (2007), los estudiantes pudieron demostrar dominio del tema al realizar operaciones mentales como dar explicaciones, mostrar ejemplos, establecer analogías, representar su conocimiento y usarlo para resolver un problema.

De igual forma, se lograron cumplir algunos objetivos del ABP (Morales y Landa, 2004; Poot-Delgado, 2013), pues se promovió en los alumnos que fueran responsables de su propio aprendizaje, se les involucró en un reto, se orientó la falta de conocimiento y habilidades de manera eficiente y eficaz hacia la búsqueda de la mejora, que les permitiera solucionar el problema, y se estimuló el desarrollo del sentido de colaboración con los miembros de su equipo para alcanzar una meta en común.

Las Tecnologías Digitales, fueron una herramienta que permitió a los estudiantes, mediante la WebQuest y el Blog “Para Aprender Más Ciencia”, tener un mayor acceso a la información sobre el tema que estaban investigando (ya que se les sugirieron páginas en las podían encontrar información y simuladores, sobre los diferentes temas). En coincidencia con lo señalado en los estudios de Garzón (2014) y Rangel (2013), los estudiantes lograron con apoyo de las TD, visualizar y representar algunos conceptos que les resultaba complicado comprender, por ejemplo, la gravedad cero, comparar el tamaño de las diferentes estrellas con el tamaño del sol y el planeta tierra, o entender por qué no pesamos lo mismo en cada uno de los planetas. Asimismo, las TD, les permitieron realizar materiales de apoyo, como las infografías, trípticos y vídeos, en los que representaron sus aprendizajes.

Por otra parte, los alumnos lograron hacer una asociación entre la creatividad y la ciencia, como se pudo observar en las redes semánticas, en las que, en el postest, los estudiantes asocian la palabra “máquinas” con la creatividad, y los conceptos asociados con ciencia son más generales (tecnología, descubrimiento, investigación) que, en el pretest, en el que usaban palabras que hacían referencia a los experimentos, las fórmulas o el universo.

Se pudieron encontrar similitudes entre los resultados derivados de las investigaciones revisadas y los obtenidos en este trabajo. En primera instancia, los resultados sugieren, al igual que en la investigación realizada por Sánchez y Ramis (2004), y lo mencionado por Poot-Delgado (2013), que el aprendizaje y la comprensión fueron facilitados mediante el proceso de investigación, debido a que se partió, por una parte, de los conocimientos que ya tenían los estudiantes sobre el tema y, por otra parte, de la curiosidad, de los estudiantes, sobre los tópicos planteados. El que los estudiantes tuvieran la oportunidad de plantear sus propias preguntas, como también lo reportaron Pérez y Chamizo (2011), abrió la posibilidad de vincular el tema de ciencias naturales con matemáticas o español, ya que, por ejemplo, los alumnos se preguntaban cuestiones como qué era un año luz, lo que los llevó a saber que las matemáticas también son importantes para conocer el universo, o por otro lado, al escribir la información que habían encontrado, tuvieron que buscar la mejor manera de escribirla en un tríptico o en una infografía, para lo cual fue importante seleccionar la

información más relevante, con lo cual se hizo notar la necesidad de los conocimientos que se habían revisado en la materia de español.

En cuanto al ABP y la creatividad, se encontraron diferencias significativas entre las puntuaciones de las categorías de fluidez, flexibilidad y originalidad, en el pretest y el posttest, del grupo experimental, lo cual sigue la tendencia descrita por Yoon *et al* (2014), quien encontró que el ABP mostró ser una estrategia instruccional pedagógica efectiva para mejorar las habilidades de pensamiento creativo.

De igual forma, los resultados coinciden con lo reportado por Orduña *et al* (2014), respecto a que el ABP permite trabajar competencias específicas como el trabajo en equipo, además, de que el apoyo en las tecnologías digitales, permite a los estudiantes realizar proponer soluciones al problema planteado de mayor calidad.

Por otra parte, se pudo observar que el permitir que los estudiantes creen sus preguntas de investigación, que trabajen en equipo (lo que no es común en los salones de clases) y que piensen en una solución para algún problema, permite que los alumnos lleven a cabo todo el proceso de la investigación con curiosidad y entusiasmo, lo que les permitió plantear ideas y soluciones que los ayudarán a cubrir las necesidades, tanto de información, como de representación de sus conocimientos y planteamiento de soluciones, que surgieron durante el transcurso de la intervención.

Además de los resultados obtenidos en los tests aplicados, algunos de los aprendizajes se ven reflejados en lo publicado por los estudiantes en el blog “Para Aprender Más Ciencia”, como, por ejemplo:

*“Antes pensaba que la fuerza de gravedad dependía de lo que está hecho un planeta y ahora pienso que la gravedad depende de lo grande que esté un planeta” D.M*

*“Antes pensaba que: Pesaba igual en todos los planetas*

*Ahora pienso que: Peso más en algunos planetas” A.M*

*“Antes pensaba que todas las estrellas eran pequeñas y ahora pienso que son de diferentes tamaños, chicas, grandes” K.S*



*“Antes pensaba que Saturno era el planeta más grande del sistema solar y ahora pienso que es Júpiter”*

*“Antes pensaba que: que Mercurio era el planeta más caliente del sistema solar*

*Ahora pienso que: el planeta más caliente del sistema solar es Venus” A.A*

*“Antes pensaba que el sol era un planeta, pero ahora creo que el sol es una estrella y el planeta más cercano al sistema solar es Mercurio y el cuarto planeta es Marte”*

*“Antes pensaba que la cola del cometa era por la luz. Ahora pienso que es por el polvo que libera” F.J*

*“Antes pensaba que las estrellas reflejaban luz ahora pienso que emiten luz propia”*

J.P

Como se puede ver, los estudiantes lograron modificar algunas ideas que tenían sobre los elementos del universo, mejorando su aprendizaje sobre las características de éstos, lo que coincide con lo encontrado por Sánchez y Ramis (2004), quienes encontraron que el ABP, puede modificar las estrategias de aprendizaje superficiales y reiterativas, transformándolas en estrategias profundas y elaborativas, donde se crea y se transfiere, lo que produce un mayor aprendizaje. Aunado a lo anterior, la información a la que tuvieron acceso a través de las páginas sugeridas en el blog “Para Aprender Más Ciencia” y en los vídeos recomendados en la WebQuest, también, fueron de gran utilidad para que se lograra un mayor aprendizaje sobre el tema abordado.

Así mismo, los resultados muestran que las técnicas y estrategias de creatividad, así como las rutinas de pensamiento, pueden incidir en la capacidad de los alumnos, para generar ideas que puedan solucionar un problema de diferentes maneras y que, además, sean originales. Lo anterior, se logró, trabajando diferentes técnicas, estrategias y rutinas, para promover la creatividad en cada una de las sesiones, así como dando libertad a los estudiantes para que se hicieran preguntas sobre el tema tratado, lo que, como se observó, aumentó el entusiasmo de los niños para abordar el tema, debido a que se dio paso a su curiosidad y a que se preguntaran aquello que realmente les interesaba saber a ellos y a sus compañeros. En la propuesta de solución al problema planteado, los estudiantes, tuvieron libertad para

proponer y hacer lo que, les resultara más viable para ellos, y tuvieron la oportunidad, de repensar y enriquecer, la solución que iban a llevar a cabo, mediante el uso de las técnicas como el análisis SCAMPER. Los alumnos realizaron maquetas, carteles y juegos, para representar sus aprendizajes, ya que, si bien, las tecnologías digitales son un apoyo valioso, la manipulación, también es importante en la consolidación de los aprendizajes.

Por otro lado, al igual que lo encontrado por Orduña, *et al* (2014), se puede señalar que el ABP y las tecnologías digitales favorecieron la implicación de los estudiantes en el trabajo en equipo, y la creatividad, lo que coincide con lo reportado por Yoon *et al* (2014), quien, además, menciona que a través del ABP, los alumnos, mejoran tanto las habilidades de pensamiento creativo como el aprendizaje autorregulado y la autoevaluación.

En cuanto a los estándares para el uso de las Tecnologías Digitales, los estudiantes lograron demostrar pensamiento creativo, construir conocimientos, utilizar entornos digitales como el Blog, para comunicarse y apoyar el aprendizaje individual y contribuir al aprendizaje de sus compañeros, además, fueron capaces de usar las herramientas digitales para obtener, evaluar, usar información, así como resumirla y representarla de diversas formas. Asimismo, los estudiantes identificaron sus necesidades de información, y la comunicaron a sus compañeros.

Respecto de los estándares de Ciencias Naturales en México, los alumnos lograron conocer los componentes básicos del universo (galaxias, estrellas, planetas, satélites, cometas), y algunas de las aportaciones del desarrollo tecnológico como los telescopios y observatorios, más allá de la información contenida en el libro de texto. Asimismo, los estudiantes expresaron curiosidad acerca de temas relacionados con las ciencias, mostraron disposición para el trabajo colaborativo, plantearon preguntas y buscaron respuestas sobre diversos fenómenos y procesos para fortalecer su comprensión del mundo, y comunicaron sus resultados a sus compañeros de grupo.

Se puede afirmar que es viable promover un mejor aprendizaje en el área de Ciencias Naturales, en la educación básica, y que la intervención que se llevó a cabo, resultó efectiva para promover la creatividad científica en los estudiantes de sexto grado de primaria, y mejorar el aprendizaje que los estudiantes tenían sobre el tema del universo, lo cual se logró

con el apoyo de las TD, pues permitieron a los alumnos realizar y avanzar en algunas actividades, como infografías, trípticos o vídeos, fuera de la escuela.

Este trabajo enriquece el saber actual sobre la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas, ya que se realizó a nivel primaria y no en otros niveles educativos, como lo han hecho la mayoría de las investigaciones sobre el tema, además se utilizaron técnicas de creatividad que son fáciles de realizar dentro del salón de clases por los profesores y los estudiantes, lo que puede enriquecer el trabajo que se lleva a cabo dentro de las aulas, ya que los docentes pueden promover la creatividad a través de estas técnicas, estrategias y rutinas, en todas las materias, y no sólo en Ciencias Naturales.

Como ya se ha mencionado, existen materiales de apoyo que podrían favorecer la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, como son las Tecnologías Digitales, sin embargo, para lograr obtener todos aquellos beneficios que son mencionados por la agencia BECTA (2004), entre otros autores, las Tecnologías Digitales deben ser usadas considerando estándares y un diseño tecnopedagógico que permita explotar todas las virtudes de estas herramientas, para lo cual es importante que los docentes conozcan y experimenten estos beneficios. Consecuentemente, es necesario que los profesores estén capacitados en el uso y manejo de las herramientas digitales que podrían favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje, y que se utilice un diseño instruccional que permita integrar las Tecnologías Digitales a su práctica diaria, resulta indispensable, para favorecer el aprendizaje de los estudiantes en el área de Ciencias Naturales.

Respecto de las Ciencias, los materiales tecnológicos de apoyo que usan los docentes y estudiantes, son en su mayoría vídeos, mismos que deben ser buscados por los profesores, ya que no existen materiales digitales que estén específicamente diseñados para cubrir todos los contenidos referentes a esta materia, ni que estimulen la imaginación, la curiosidad y la creatividad en esta área; lo que se ve reflejado en que, al igual que se observó en este trabajo, los docentes sólo utilicen, la mayoría de las veces, el libro de texto.

En este proyecto, el profesor titular del grupo de sexto año, fue un observador participante, sin embargo, es importante que los docentes logren dirigir las sesiones, por lo tanto, se hace necesario capacitar a los docentes en:

- El uso de diseños instruccionales, tales como el de Robert Gagné, que les brinden una guía de los procesos a seguir para promover un mayor aprendizaje.
- En el uso y manejo de las TD, así como de los materiales digitales disponibles, esto con el fin de que los profesores logren integrarlas como una herramienta de apoyo a su práctica diaria.
- Cómo pueden trabajar las diferentes técnicas, estrategias y rutinas, para promover la creatividad, en el salón de clases, y favorecer que los estudiantes logren un mayor aprendizaje sobre los temas que sean revisados a lo largo del ciclo escolar, así como que desde edades tempranas exploten su imaginación y su creatividad.

Finalmente, se sugiere que, en próximas investigaciones, se trabaje con métodos mixtos de investigación y se recuperen reactivos liberados de pruebas nacionales para evaluar los conocimientos de los estudiantes, de igual forma, se sugiere que los instrumentos que sean utilizados tengan confiabilidad y validez. También, se recomienda que, la intervención se realice durante un mayor tiempo para que la fluidez, la originalidad, flexibilidad, y la habilidad de solución de problemas, se vean mayormente beneficiadas. Además, se podría agregar un instrumento que mida la motivación, para tener una mayor certeza en el impacto que puede tener una intervención de este tipo en el interés e involucramiento de los estudiantes.

## Referencias

- Acuerdo 592. Recuperado de <https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/9721849d-666e-48b7-8433-0eec1247f1ab/a592.pdf>
- Aguerrondo, I. (2009). *Conocimiento complejo y competencias educativas*. UNESCO. Recuperado de [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/Working\\_Papers/knowledge](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Working_Papers/knowledge)
- Aguirre, C. (1993). *Investigación de la influencia de una metodología no directiva en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la química*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid: Madrid. Recuperado de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/X/0/X0013501.pdf>
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de la universidad*. Universidad de Valencia. Publidisa: España.
- Bartolomé, A. (2005). Aprendizaje potenciado por la tecnología: razones y diseño pedagógico. En: *F. Martínez y M. P. Prendes (Coord.), Nuevas Tecnologías y Educación*, (214-234). Madrid: Pearson/Prentice Hall.
- BECTA (2004). A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers. *British Educational Communications and Technology Agency*. June 2004. Recuperado de [http://dera.ioe.ac.uk/1603/1/becta\\_2004\\_barrierstouptake\\_litrev.pdf](http://dera.ioe.ac.uk/1603/1/becta_2004_barrierstouptake_litrev.pdf)
- Benchmarks (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Oxford University Press: USA.
- Borjas, M., y De la Peña, F. (2009). Desarrollo de habilidades de pensamiento creativo en el área de Ciencias Naturales y Educación ambiental. *Zona próxima*, 10, 12-35. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3220147>
- Bransford, J, Brown, A y Cocking, R. (2004). Learning: From Speculation to Science. En: J. Bransford. *How People Learn (pp. 3-27)*. Estados Unidos de América: National Academy of Sciences.
- Bustamante, H. (2013). *Uso de las TIC's, para el aprendizaje de las ciencias naturales*. (Tesis de licenciatura, Escuela de pedagogía, Santiago, Chile). Recuperada de <http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/1784/tpeb859.pdf?sequence=1>
- Castañeda, L. (2011). *Competencias científicas iniciales* (Tesis de maestría, UNAM, Ciudad de México, México). Recuperada de [http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676061/0676061\\_A1.pdf#search=%22Competenciascient%C3%ADficas iniciales%22](http://132.248.9.195/ptd2012/enero/0676061/0676061_A1.pdf#search=%22Competencias%20cient%C3%ADficas%20iniciales%22)
- Castillo, A. (2008). Herramientas informáticas para la aplicación de técnicas de desarrollo de pensamiento creativo. *EDUCERE*, 43, 741-749. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3135583>
- Coll, C., J. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación. Una mirada constructivista. *Revista Electrónica Sinéctica* (25) Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/998/99815899016.pdf>

- Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo (2007). *El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey. Recuperado de <http://www.ub.es/mercanti/abp.pdf>
- Duarte, E., Díaz, M., y Osés, R. (2012). Solución Creativa de Problemas en la Educación Superior: Significado y creencias. *Enseñanza e Investigación, en Psicología*, 17 (2), 243-261. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29224159001>
- Estrategia Nacional Digital (2013). Gobierno de la República. Recuperado de <http://cdn.mexicodigital.gob.mx/EstrategiaDigital.pdf>
- Fallas, I., Zúñiga, M. (2010). Las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación en la Educación Costarricense. *Tercer Informe Estado de la Educación*. Recuperado de: [http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/educacion/003/Fallas\\_Zuniga\\_2010\\_TIC\\_Educacion.pdf](http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/educacion/003/Fallas_Zuniga_2010_TIC_Educacion.pdf)
- Fasce, E. (2007). Aprendizaje profundo y superficial. En: *Tendencias y Perspectivas*, 4(1), 7-8. Recuperado de: <http://www2.udec.cl/ofem/recs/antiores/vol412007/esq41.pdf>
- Fundación este país (2008). Nuevas tecnologías y educación. Disponibilidad y uso de TIC en la educación. *Este país*, 75 (207). Recuperado de [http://archivo.estepais.com/inicio/historicos/207/15\\_indicadores\\_educacion%20y%20nuevas.pdf](http://archivo.estepais.com/inicio/historicos/207/15_indicadores_educacion%20y%20nuevas.pdf)
- Gagné, R. (1970). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- García, B. (2009). *Manual de Métodos de investigación para las ciencias sociales*. México: Editorial Manual Moderno.
- García, J (2003). *Didáctica de las Ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.
- García, B., Jimenez, S. (1993). Redes semánticas de los conceptos de presión y flotación en estudiantes de bachillerato. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1 (2), 343-361. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14000205.pdf>
- García, M., Matkovic, L. (2012). El poder de la imaginación y de la creatividad para hacer ciencia. *Revista Química Viva*. 1(11), 54-68. Recuperado en: [www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v11n1/matkovic.pdf](http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v11n1/matkovic.pdf)
- Garzón, M. (noviembre, 2014). *A la luz de la Biología: "Daylightbiology". Incorporación de TIC como estrategia de apoyo en la construcción de conceptos de Ciencias Naturales*. Trabajo presentado en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina. Resumen recuperado de [www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/898.pdf](http://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/898.pdf)
- Goodwin, K. (2012) Use of Tablet Technology in the Classroom. *NSW Curriculum and Learning Innovation Centre. Phase 1 iPad Trial*. Recuperado de [http://clic.det.nsw.edu.au/clic/documents/iPad\\_Evaluation\\_Sydney\\_Region\\_exec\\_sum.pdf](http://clic.det.nsw.edu.au/clic/documents/iPad_Evaluation_Sydney_Region_exec_sum.pdf)

- Gottberg de Noruega, E., Noruega, G., y Noruega, M. (2012). *El aprendizaje visto desde la perspectiva ecléctica de Robert Gagné y el uso de las nuevas tecnologías en educación. Universidades*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/373/37331092005.pdf>
- Guilera, L. (2011). Visión General de la Creatividad. En: *Anatomía de la creatividad*. Talleres Gráficos Vigor, SA: España. Recuperado de: <http://www.esdi.es/content/pdf/anatomia-de-la-creatividad.pdf>
- Hernández, A, y Hernández, L. (2012). Ecosistemas escolares para el desarrollo del pensamiento creativo en los niños. *Praxis y Saber* 3(6), 141-164. Recuperado en: [http://tics.uptc.edu.co/eventos/index.php/cong\\_inv\\_pedagogia/con\\_inv\\_pedag/paper/viewFile/107/107](http://tics.uptc.edu.co/eventos/index.php/cong_inv_pedagogia/con_inv_pedag/paper/viewFile/107/107)
- Hu, W. y Adley, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education* 24(4), 389-403. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690110098912>
- INEE (2008). PISA en el Aula: Ciencias. Recuperado de: [http://www.inee.edu.mx/mape/themes/TemaInee/Documentos/mapes/pisa\\_aula\\_cienciasa.pdf](http://www.inee.edu.mx/mape/themes/TemaInee/Documentos/mapes/pisa_aula_cienciasa.pdf)
- INEE (2016). México en PISA 2015. Recuperado de [http://www.inee.edu.mx/images/stories/2016/PISA2016/noviembre/PISA\\_2015-informe.pdf](http://www.inee.edu.mx/images/stories/2016/PISA2016/noviembre/PISA_2015-informe.pdf)
- ISTE (2007). *Estándares nacionales (EEUU) de tecnologías de información y comunicación (TIC) para estudiantes*. Recuperado de [https://www.iste.org/docs/pdfs/nets\\_2007\\_spanish.pdf?sfvrsn=2](https://www.iste.org/docs/pdfs/nets_2007_spanish.pdf?sfvrsn=2)
- Jiménez, R., y Rojo, O. (2010). Ciencia, tecnología e innovación: Métodos y resortes de la creatividad. *Metodología de la Ciencia. Revista de la Asociación Mexicana de Metodología de la Ciencia y de la Investigación, A.C.* 2(1), 29-39. Recuperado de <http://www.ammci.org.mx/revista/pdf/Numero2/3art.pdf>
- Jiménez, J., Artiles, C., Rodríguez, C., y García, E. (2007). *Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance: expresión figurada. Educación Primaria y Secundaria*. Consejería de Educación, Cultura y Deportes: España. Recuperado de [http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/formacion\\_integral/mayo/HabilidadesCreatividad/descargables/Libro\\_TORRANCEcreatividad.pdf](http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/formacion_integral/mayo/HabilidadesCreatividad/descargables/Libro_TORRANCEcreatividad.pdf)
- Laferrière, T. y Gervais, Fern (2008). Formación del profesorado y desarrollo profesional: 10 años de integración de las TIC ¿y qué? *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(1). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-laferriere.html>
- Lee, M-K y Erdogan, I. (2007). The effect of Science-Technology-Society Teaching on Student's Attitudes toward Science and Certain Aspects of Creativity. *International Journal of Science Education*, 29 (11). 1315-1327. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600972974>



- Ley General de Educación (1993). Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lge/LGE\\_orig\\_13jul93\\_ima.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lge/LGE_orig_13jul93_ima.pdf)
- Lineamientos de operación para el Programa U077 Inclusión y Alfabetización Digital. Secretaría de Educación Pública. Recuperado de [https://coleccion.siaeducacion.org/sites/default/files/files/lineamientos\\_de\\_operacion\\_para\\_el\\_programa\\_u077\\_inclusion\\_y\\_alfabetizacion\\_digital.pdf](https://coleccion.siaeducacion.org/sites/default/files/files/lineamientos_de_operacion_para_el_programa_u077_inclusion_y_alfabetizacion_digital.pdf)
- López, O., y Brufau, R. (2010). Estilos de pensamiento y creatividad. *Anales de psicología*, 26 (2), 254-258. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3234391>
- Mares, L (2012) Tablets en educación Oportunidades y desafíos en políticas uno a uno. *Red latinoamericana portales educativos*
- Marketing Educativo (2015). Recuperado de: <https://marketingeducativo.mx/2015/06/01/las-carreras-con-mayor-demanda-en-la-unam-2015/>
- Morales, P, y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria* 13(1). 145-157. Recuperado de: <file:///C:/APRENDIZAJE%20BASADO%20EN%20PROBLEMAS.pdf>
- Mun, J, Mun, K, y Kim, S. (2015). Exploration of Korean Students' scientific imagination using the scientific imagination inventory. *International Journal of Science Education* 37(13), 2091-2112. Recuperado en: <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1067380>
- OCDE (2008). OCDE Ciencia, Tecnología e Industria Perspectivas 2008. Recuperado de <http://www.oecd.org/science/inno/41553412.pdf>
- OCDE (2010). Panorama de la ciencia, la tecnología y la industria 2010 de la OCDE. Recuperado de <https://www.oecd.org/sti/sci-tech/46770116.pdf>
- OCDE (2016). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) PISA 2015-Resultados. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- OEI (2008). *El Estado de la Ciencia, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología e Innovación, de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura* (OEI), 25 de noviembre de 2008.
- Oliveira, M., y Serra, P. (2005). La creatividad, el pensamiento crítico y los textos de ciencias. *Tarbiya*, 36, 59-81. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1270748>
- Oppenheimer, A. (2010). Hay que mirar para adelante. En: *¡Basta de historias! La obsesión latinoamericana con el pasado y las 12 claves del futuro*. México: DEBATE.
- Orduña, J, Sebastian, R, Olanda, R. (2014). Introducción de metodologías de Aprendizaje Basado en Problemas mediante tecnologías multimedia. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadoras* 14, 45-54. Recuperado de: [http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/32203/1/T5\\_N4\\_Revista\\_EAIC\\_2014.pdf](http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/32203/1/T5_N4_Revista_EAIC_2014.pdf)
- Pekins, D. (2011). Making Thinking Visible. *Harvard Graduate School of Education*. 1-7. Recuperado de: [http://www.pz.harvard.edu/sites/default/files/MakingThinkingVisible\\_DP.pdf](http://www.pz.harvard.edu/sites/default/files/MakingThinkingVisible_DP.pdf)



- Pérez, C, y Chamizo, J. (2011). Los museos: un instrumento para el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), 312-322. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92019747007.pdf>
- Perrenoud, P. (2009). Enfoque por competencias ¿una respuesta al fracaso escolar? *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*. (16), 45-64. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=135012677004>
- PISA (2006). PISA 2006. *Marco de la Evaluación. Conocimiento y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>
- PISA (2015). *Marco teórico de ciencias naturales PISA 2015*. Recuperado de <http://www.anep.edu.uy/anep/phocadownload/diec/Evaluacion-de-Aprendizajes/Evaluaciones-internacionales/PISA/PISA2015/pisa%202015%20marco%20teorico%20ciencias.pdf>
- Poot-Delgado (2013). Retos del Aprendizaje Basado en Problemas. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 18 (2), 307-314. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/292/29228336007.pdf>
- Programas de estudio 2011. Secretaría de Educación Pública. Recuperado de [http://www.sepbc.s.gob.mx/Educacion\\_Fisica/EduacFis2015/\(6\)%20PLAN%20Y%20PROGRAMAS%20%202011/PRIMARIA/MAESTRO/sesto\\_grado.pdf](http://www.sepbc.s.gob.mx/Educacion_Fisica/EduacFis2015/(6)%20PLAN%20Y%20PROGRAMAS%20%202011/PRIMARIA/MAESTRO/sesto_grado.pdf)
- Programa de Habilidades Digitales para Todos. Libro blanco (2009-2012). Secretaría de Educación Pública. Recuperado de <http://sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/2959/5/images/LB%20HDT.pdf>
- Programa Enciclomedia. Libro blanco (2006-2012). Secretaría de Educación Pública. Recuperado de <http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/2959/4/images/LB%20Enciclomedia.pdf>
- Rangel, M. (2013). *Recursos digitales para apoyar la enseñanza de las ciencias naturales en 5º grado de primaria* (Tesis de Maestría, UNAM, Ciudad de México, México). Recuperada de <http://132.248.9.195/ptd2014/anteriores/0713753/Index.html>
- Rebollo, M. (2010). *Análisis del concepto de competencia científica: definición y sus dimensiones*. Trabajo presentado en el Congreso de Inspección de Andalucía: Competencias básicas y modelos de intervención en el aula. Mijas Costa, España. Resumen recuperado de: <http://redescepalcala.org/inspector/DOCUMENTOS%20Y%20LIBROS/COMPETENCIAS/I%20CONGRESO%20INSPECCION%20ANDALUCIA/downloads/rebollo.pdf>
- SEP (2011). *Reforma Integral de la Educación Básica*. Recuperada de <https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/9721849d-666e-48b7-8433-0eec1247f1ab/a592.pdf>
- Ritchart, R, Church, M, Morrison, K y Perkins, D. (2011). *Making Thinking Visible. How to Promote Engagement, Understanding, and Independence for All Learners*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Sánchez, S, y Ramis, F. (2004). Aprendizaje significativo basado en problemas. *Horizontes Educativos*, 9, 102-111. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97917171011>
- Sarro, P., y Pérez, P. (2001). Estudios de variación del pensamiento divergente en física según la edad de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (1), 57-66. Recuperado de: file:///C:/Desktop/PROYECTO%20CIENCIAS/creatividad%20y%20física.pdf
- SEP (2010). *Aprender a Aprender con TIC. Estándares TIC para la Educación Básica en el Distrito Federal*. México: Secretaría de Educación Pública. Abril de 2010. Recuperado de [https://z33preescolar.files.wordpress.com/2011/10/estandares\\_20100622.pdf](https://z33preescolar.files.wordpress.com/2011/10/estandares_20100622.pdf)
- Scrimshaw, P. (2004) *Enabling Teachers To Make Successful Use of ICT. Becta ICT research*. Recuperado de: <http://www.becta.org.uk>
- Torrence (1974). *Torrence Test of Creative Thinking: norms and technical manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Services.
- Trujillo, J. (2014). El enfoque de competencias y la mejora de la Educación. *Ra Ximhai* 10 (5), 307-322. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132134026>
- UNESCO (2008). Conocimiento complejo y competencias educativas. *IBE Working Papers on Curriculum Issues N°8*. Recuperado de [http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/wpci-08knowledge\\_compet\\_spa.pdf](http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/wpci-08knowledge_compet_spa.pdf)
- Valdez, R. (2012). Materiales Educativos y recursos didácticos de apoyo para la educación en ciencias. *La enseñanza de las ciencias en la educación básica en México*. 93-112. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación: México.
- Valenzuela, J. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47 (7), 1-9. Recuperado de: file:///C:/Desktop/MAESTRÍA/PENSAMIENTO%20CREATIVO/Aprendizaje%20profundo.pdf
- Van Gundy, A. (1987). *Creative Problem Solving*. Greenwood Press, Inc: USA.
- Williams, P., Schrum, L. & Sangrà, A. (s.f.). *Fundamentos del Diseño Técnico-Pedagógico en e-learning. Modelos de diseño instruccional*, pp. 1-20. Barcelona: Universidad Oberta de Cataluña. Recuperado de: <http://aulavirtualkamn.wikispaces.com/file/view/2.+MODELOS+DE+DISE%C3%91O+INSTRUCCIONAL.pdf>
- Yoon, H., Treagust, D., Woo, A., Chandrasegaran, A. (2014). The Efficacy of Problema-Based Learning in an Analytical Laboraory Course for Pre-service Chemistry Teachers. *Internacional Journal of Science Education*, 36 (1), 79-102. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.727041>

## Anexos

### Anexo 1. Formato de las Secuencias Didácticas

<b>Título</b>		
<b>Número de sesión</b>		
<b>Objetivo</b>		
<b>Temas abordados</b>		
<b>Tiempo de la sesión</b>		
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>		
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>		
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	
	<b>Desarrollo</b>	
	<b>Cierre</b>	
<b>Uso de las TIC</b>		
<b>Socialización de los aprendizajes</b>		
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>		
<b>Materiales y contenido necesario</b>		
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>		

## Anexo 2. Cuestionario sobre el universo

1. ¿Qué son las galaxias?
2. ¿Cuántos tipos de galaxias existen?
3. ¿Cuáles son los tipos de galaxias?
4. ¿Cuál es el nombre de la galaxia en la que se encuentra nuestro sistema solar?
5. ¿Qué es una estrella?
6. ¿Cuál es la estrella de mayor tamaño del sistema solar?
7. ¿De qué depende el color de las estrellas?
8. ¿De qué están hechas las estrellas?
9. ¿Qué son los planetas?
10. ¿Cómo se clasifican los planetas?
11. ¿La gravedad es igual en todos los planetas? ¿Por qué?
12. ¿Cuál es el satélite natural del planeta tierra?
13. ¿Por qué es necesario usar un traje espacial en el espacio exterior?
14. ¿De qué está hecho el núcleo de los cometas?
15. ¿Por qué se forma la cola de los cometas?
16. Nombra tres aparatos tecnológicos que han servido para estudiar el universo.

### Anexo 3. Inventario de Imaginación Científica (Mun, Mun y Kim, 2015)

1. Pienso que los inventores son personas maravillosas
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
2. A menudo me pregunto qué pasaría "si hiciera ..."
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
3. Trato de encontrar respuestas tan a menudo como sea posible
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
4. A menudo me dicen que lo que digo o hago es raro o inusual
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
5. Puedo saber fácilmente cuando los objetos se han reordenado o los han girado
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
6. Creo que lo que ocurre en "Harry Potter" en realidad puede suceder
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
7. Los animales como los perros y los gatos son capaces de sentir emociones al igual que yo

- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
8. Pienso en las situaciones opuestas que no suceden en la realidad como, por ejemplo, "si no hubiera aire...
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
9. Cuando el problema no es fácil de resolver, trato de encontrar una nueva forma de resolverlo
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
10. A menudo me hago preguntas que sorprenden a los demás
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
11. Estaba tan curioso de entender cómo funcionaba algo que lo he desarmado y/o armado
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
12. La magia no es real, sino que es un truco
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
13. Siento que los elementos de la naturaleza, como los animales o las plantas, son mis amigos
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo

- d. Totalmente de acuerdo
14. A menudo me imagino diferentes cosas
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
15. Estoy muy feliz y emocionado cuando encuentro la respuesta a una pregunta
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
16. He modificado algunos objetos antes de usarlos
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
17. Cuando entiendo cómo funciona algo, recuerdo otra cosa que funcione de la misma forma
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
18. Cuando miro las nubes en el cielo y los árboles, creo que es increíble
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo
19. Creo que es interesante pensar a la inversa, por ejemplo, "si yo fuera una niña (o niño) ..."
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. De acuerdo
  - d. Totalmente de acuerdo

## Anexo 4. Test de Pensamiento Científico-Creativo (Hu y Adey, 2002)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA PRIMARIA “MAESTRO CANDOR GUAJARDO”



### ***Test de Pensamiento Científico-Creativo*** (Hu y Adey, 2002)

Nombre:

Edad:

Fecha:

*Tarea 1 Escribe una lista con todos los usos científicos diferentes que le darías a un trozo de cristal*

*Tarea 2 Si pudieras viajar al espacio en una nave espacial e ir a otro planeta, ¿qué preguntas de carácter científico te gustaría investigar?*

*Tarea 3 ¿Cómo podríamos mejorar una bicicleta corriente para hacerla más interesante, útil y bonita?*

*Tarea 4 Describe qué pasaría en el mundo si no hubiera gravedad*



*Tarea 5 ¿De cuántas formas distintas podrías dividir un cuadrado en cuatro partes iguales?*




*Tarea 6 Suponiendo que tienes dos clases de servilletas, ¿cómo puedes comprobar mediante distintos experimentos, cuál es la mejor?*

*Tarea 7 Ahora, tienes que diseñar una máquina recogedora de manzanas*

## Anexo 5. Planeaciones de las sesiones

<b>Título</b>	<b>DESCUBRIENDO EL UNIVERSO</b>	
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIÓN 1</b>	
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes conozcan los diferentes elementos del universo e inicien una investigación sobre alguno de ellos.	
<b>Temas abordados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estrellas</li> <li>▪ Satélites naturales</li> <li>▪ Ciencia y tecnología para estudiar el universo</li> <li>▪ Galaxias</li> <li>▪ Cometas</li> <li>▪ Planetas</li> <li>▪ Asteroides</li> </ul>	
<b>Tiempo de la sesión</b>	90 minutos	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	N/A	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>Motivación</b>	
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	<p>Previamente a la sesión se les pidió a los estudiantes que buscaran una noticia que les llamara la atención de algunos de los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estrellas</li> <li>▪ Satélites naturales</li> <li>▪ Ciencia y tecnología para estudiar el universo</li> <li>▪ Galaxias</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cometas</li> <li>▪ Planetas</li> <li>▪ Asteroides</li> </ul> <p>Además, se les pidió que una vez que hubieran elegido la noticia extrajeran tres ideas principales, de las cuales una la representarían mediante un color, otra mediante un símbolo y la tercera sería representada con una imagen.</p> <p>Se iniciará la sesión con un saludo, y después se les preguntará si encontraron alguna noticia sobre los temas que se plantearon anteriormente. Después, se revisarán los temas de cada noticia y se formarán equipos según el tema de la noticia.</p>
	<b>Desarrollo</b>	<p>Una vez que se hayan formado los equipos, se les pedirá a los estudiantes que comenten con sus compañeros las noticias que encontraron y les platicuen cómo representaron cada una de sus ideas principales y por qué. Después de que hayan terminado la discusión, se le dará a cada integrante del equipo una hoja blanca y se le explicará, a todo el grupo, el método 635, diciéndoles que deben escribir en una hoja tres preguntas que tengan sobre el tema que van a investigar, para lo cual tendrán cinco minutos, y ya que termine el tiempo tendrán que dar su hoja a su compañero de la derecha para que él o ella escriban tres preguntas más, basados en las interrogantes que previamente escribió el compañero anterior, para lo cual se les darán otros cinco minutos.</p>

	<b>Cierre</b>	<p>Terminando esta actividad se les pedirá a los estudiantes que, en equipo, agrupen sus preguntas según la importancia que crean que tienen para su investigación, trazando en una hoja blanca el siguiente esquema:</p>  <p>Durante la actividad, se les dará apoyo a los equipos preguntándoles si tienen alguna dificultad al clasificar sus ideas o si les ha surgido alguna duda sobre el contenido de su investigación. Una vez terminada esta actividad los estudiantes entregarán sus hojas a la psicóloga, para seguir trabajando con éstas la siguiente sesión.</p>
<b>Uso de las TIC</b>	<b>N/A</b>	
<b>Socialización de los aprendizajes</b>	En un primer momento, los estudiantes compartirán la noticia que encontraron y sus tres ideas principales, más adelante en equipos construirán las preguntas que guiarán toda su investigación.	
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>	Lluvia de ideas sobre aquello que desean investigar sobre el tema que abordarán. Organización de las ideas según su importancia.	
<b>Materiales y contenido necesario</b>	Hojas blancas Plumas	
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>	Que algunos estudiantes no hayan buscado la noticia, para lo cual se sugiere integrarlos a un equipo según su interés para que conozcan las noticias de sus compañeros y puedan aportar algo a la lluvia de ideas una vez que hayan terminado de hablar sobre las noticias y las ideas principales.	

<b>Título</b>	<b>UN PROBLEMA A RESOLVER</b>	
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIÓN 2</b>	
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes usen los conocimientos que van a adquirir para resolver un problema	
<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)	
<b>Tiempo de la sesión</b>	90 minutos	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<i>Idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.</i>	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>COMPRENSIÓN</b>	
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo y preguntado a los estudiantes cómo están. Después, se les dirá a los estudiantes que su investigación debe ayudar a sus compañeros a saber más sobre el tema que va a investigar cada equipo, por lo tanto, ellos tienen un reto, que será: idear una forma atractiva, que sea más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación. Se les preguntará si tienen alguna duda o pregunta sobre el tema y se aclarará cada una de ellas.
	<b>Desarrollo</b>	Una vez que se planteó el problema, los estudiantes discutirán y escribirán, en una hoja blanca, en equipo, sobre por qué es importante informar a las personas sobre su respectivo tema; qué dificultades podrían enfrentar al informar a las personas sobre el tema. Después

		<p>se les pedirá que piensen en una forma de superar las dificultades que han enlistado.</p> <p>Más tarde, se dirá a los estudiantes que deben planear cómo van a solucionar el problema que les ha sido planteado, para lo cual deberán hacer un Storyboard. Se les preguntará a los alumnos si saben qué es un Storyboard y para que creen que se usa, a partir de sus respuestas se les explicará que un Storyboard es una forma en la que podemos representar aquello que planeamos hacer y que se pueden hacer de dos maneras, usando sólo palabras, como si fuera un mapa conceptual, o haciendo dibujos sobre los que planeamos hacer, por lo tanto, lo que ellos deben hacer es dibujar o escribir, los pasos que deben seguir para resolver el problema que se les ha planteado.</p> <p>La psicóloga y el profesor estarán monitoreando y ayudando a aquellos equipos que tengan alguna dificultad al realizar la actividad.</p>
	<b>Cierre</b>	Se pedirá a los estudiantes que entreguen su Storyboard una vez que hayan terminado. A los equipos que no logren terminar la actividad, se les dirá que podrán llevárselo a casa para terminar su Storyboard.
<b>Uso de las TIC</b>	<b>N/A</b>	
<b>Socialización de los aprendizajes</b>	Los estudiantes deberán ponerse de acuerdo en cuanto a por qué les resulta importante llevar a cabo su investigación y que es lo que les preocupa de ésta, además, compartirán aquello que saben sobre el tema.	
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>	Los estudiantes terminarán la sesión con un Storyboard sobre los pasos a seguir para lograr resolver el problema planteado.	
<b>Materiales y contenido necesario</b>	Hojas blancas Lápices Plumas	

<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>	Que los estudiantes tengan dificultades en la realización de las actividades, para lo cual se sugiere que la psicóloga y el profesor encargado del grupo se acerquen a cada equipo para monitorear sus avances y aclarar sus dudas.
---	---

<b>Título</b>	<b>INICIANDO LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIONES 3 Y 4</b>	
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes inicien la búsqueda de información sobre su tema de investigación apoyados por el uso de su libro de texto, páginas web y videos.	
<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)	
<b>Tiempo de la sesión</b>	3 horas, divididas en dos sesiones de 90 minutos cada una.	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<i>Idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.</i>	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>COMPRENSIÓN</b>	
<b>Metodología de en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo. Se les dirá a los estudiantes que trabajarán con las preguntas que previamente han planteado sobre su tema de investigación, porque es hora de empezar la búsqueda de información para realizar su investigación. Se les preguntará si saben qué es una WebQuest y para creen que sirve, a partir de sus preguntas se les explicará que en una WebQuest ellos podrán escribir las preguntas que ya han generado y que en ésta se encuentran los links a diferentes páginas web y videos que junto con su libro de texto les ayudarán a saber más del tema que desean investigar.

	<p><b>Desarrollo</b></p>	<p>Se llevará a los estudiantes al aula de cómputo, se les pedirá que ingresen a internet y escriban la siguiente dirección en la barra de direcciones: <a href="http://blogparaaprendermasciencia.blogspot.com">http://blogparaaprendermasciencia.blogspot.com</a></p> <p>Una vez que todos hayan ingresado al blog, se iniciará la exploración del blog, se les mostrará el nombre del blog, y se le pedirá a un estudiante que lea el mensaje de bienvenida que aparece en el mismo, luego, otro alumno, leerá la primera pestaña que dice “archivos” se les explicará que en este apartado ellos podrán ir a todas las actividades que se les planteen.</p> <p>Se pedirá a otro estudiante que lea uno de los enlaces que aparecen en el lado izquierdo del blog, y se le preguntará ¿qué crees que puedes encontrar en esta página? Una vez que haya contestado, se les explicará sobre qué trata esa página de internet y se les pedirá que den click en el enlace para ir a la página, se les pedirá que exploren la página, y se hará lo mismo con cada enlace en el blog.</p> <p>Una vez que hayan terminado lo anterior, se les pedirá a los estudiantes que den click en “actividades” y después en “WebQuest” se les explicará que al dar clic en ésta deben seleccionar la opción de descargar y guardar el archivo en “mis documentos”. Ya que todos hayan finalizado la descarga, se les pedirá que abran el archivo, ya que el archivo consta de una introducción y algunas instrucciones, la psicóloga, leerá la introducción, posteriormente se les preguntará si tienen alguna duda y se pasará a las instrucciones,</p> <p>Se les dirá que en el cuadro deberán escribir las preguntas que han generado y que en la parte de “recursos digitales” podrán encontrar vínculos a videos y páginas web según su tema de investigación.</p>
--	--------------------------	--



		Más adelante, los estudiantes escribirán las preguntas que han hecho en la WebQuest y harán uso tanto de su libro de texto, como de los recursos digitales para contestarlas.
	<b>Cierre</b>	Una vez que hayan terminado de contestar las preguntas se acercarán al profesor del grupo o a la psicóloga para que su información sea revisada y cada equipo les pueda platicar lo más relevante de su información.
<b>Uso de las TIC</b>		Las tecnologías se usarán para apoyar la organización, la búsqueda y la comprensión de la información, esto se hará mediante el uso de un Blog y una WebQuest.
<b>Socialización de los aprendizajes</b>		Los estudiantes organizarán y buscarán la información en equipos, de igual forma discutirán sobre qué información será relevante para incluir en su investigación.
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>		Los estudiantes tendrán como producto final una WebQuest en la que estarán las respuestas a cada una de sus preguntas planteadas.
<b>Materiales y contenido necesario</b>		Libro de texto de Ciencias Naturales Acceso a internet Computadoras Blog “Para Aprender Más Ciencia” WebQuest Páginas y videos sobre cada tema de investigación
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>		Que no haya acceso a internet, por lo que se sugiere, llevar la WebQuest en una memoria USB, en un archivo word, para que los estudiantes puedan iniciar su trabajo en ella aún sin internet.

<b>Título</b>	<b>PUBLICANDO EN EL BLOG</b>	
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIONES 5 Y 6</b>	
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes usen los conocimientos que han adquirido para crear un acertijo, una analogía y una asociación remota, que compartan con sus compañeros.	
<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)	
<b>Tiempo de la sesión</b>	3 horas, divididas en dos sesiones de 90 minutos cada una.	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<i>Idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.</i>	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>ADQUISICIÓN Y RETENCIÓN</b>	
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo y recordando lo que se hizo en la sesión anterior. Se les preguntará a los estudiantes si recuerdan lo que se hizo en la sesión anterior y cómo ingresar al blog y publicar en él, una vez que los alumnos mencionen cómo ingresar al blog y cómo publicar sus comentarios, se les preguntará si saben qué es una analogía, y a partir de sus respuestas se les explicará el concepto y se les dará un ejemplo.
	<b>Desarrollo</b>	Una vez que el concepto de analogía haya quedado claro, se les pedirá que, por equipo, en una hoja blanca, escriban una analogía relacionada con su tema de investigación, cuando todos los equipos hayan terminado, se les preguntará si saben qué es un acertijo, nuevamente, a partir de sus respuestas se les explicará qué es un acertijo y se les dará un ejemplo, para que después por equipos escriban, en la misma hoja, un acertijo relacionado con su tema de

	<p>investigación. Ya que todo el grupo termine su acertijo, se les preguntará si saben qué es una asociación remota, o qué piensan que puede ser, y a partir de sus respuestas se les explicará qué es una asociación remota y se les dará un ejemplo, después cada equipo deberá escribir una asociación remota sobre el tema de investigación que escogieron. Durante este proceso el profesor y la psicóloga darán apoyo individual a cada equipo con el fin de aclarar las dudas que puedan surgir.</p> <p>Una vez que hayan terminado todos los equipos de escribir, la analogía, el acertijo y la asociación remota, se les pedirá que salgan del salón para ir a la sala de cómputo, en la cual se les pedirá que abran el navegador de internet e ingresen la dirección electrónica del blog, misma que será escrita en el pizarrón.</p> <p>Una vez que los estudiantes hayan ingresado al blog, se les pedirá que ubiquen dentro de éste las pestañas que tienen a su lado izquierdo y den clic en la que dice analogías, ya que hayan entrado, se les dirá que en esa entrada publiquen la analogía que han escrito y que cuando hayan terminado lean y contesten alguna analogía de sus compañeros que llame su atención.</p> <p>Cuando todos hayan publicado y comentado en la entrada de “analogías”, se les guiará a los estudiantes diciéndoles que den clic en la entrada que está a su derecha y que dice “acertijos”, una vez más se les pedirá que publiquen el acertijo que previamente han escrito y que respondan alguno de sus compañeros que les llame la atención. Una vez que todos terminen de realizar la actividad, se les dirá que den clic en la pestaña que dice “asociaciones remotas” y que</p>
--	---

		de igual manera que en las dos entradas anteriores, publiquen su asociación remota y respondan a algún equipo.
	<b>Cierre</b>	Ya que todos los equipos hayan terminado de publicar y comentar el trabajo de sus compañeros se les preguntará qué les pareció la actividad y si tienen algún comentario sobre las analogías, acertijos o asociaciones remotas de sus compañeros.
<b>Uso de las TIC</b>		Las Tecnologías serán al hacer uso del Blog en el que los estudiantes publicarán un acertijo, una analogía y una asociación remota, con el fin de compartirla con sus compañeros y que éstos puedan responder a algunas de éstas.
<b>Socialización de los aprendizajes</b>		Los estudiantes compartirán y responderán a algunas de los acertijos, metáforas y asociaciones remotas realizadas por sus compañeros de grupo.
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>		Publicaciones por equipo de un acertijo, una analogía y una asociación remota.
<b>Materiales y contenido necesario</b>		Hojas blancas Computadoras Acceso a internet Blog “Para Aprender Más Ciencia”
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>		Una dificultad que podría presentarse es que no se cuente con acceso a internet, para lo cual se sugiere que los estudiantes escriban en hojas blancas su acertijo, analogía y asociación remota, para, una vez que haya acceso a internet, publicarlos en el blog.

<b>Título</b>	<b>SOLUCIONANDO EL PROBLEMA</b>
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIÓN 7</b>
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes planteen diferentes soluciones al problema planteado y lo analicen mediante el método SCAMPER

<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)	
<b>Tiempo de la sesión</b>	<b>90 minutos</b>	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<i>Idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.</i>	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>ADQUISICIÓN Y RETENCIÓN</b>	
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo y recordando lo que se hizo la sesión anterior. Se les preguntará si ya han planeado cómo resolverán el problema que se les planteó al inicio y sobre sus respuestas se les dirá que esta decisión está destinada a que planeen con la información que ya tienen una solución al problema.
	<b>Desarrollo</b>	Se les pedirá que se reúnan por equipos y que escriban la solución en una hoja blanca. Una vez que todos los equipos hayan terminado de escribir su solución se les dirá que esa solución la deben analizar con el método SCAMPER. Se les preguntará si lo conocen y para qué creen que sirve, a partir de sus respuestas se les explicará en qué consiste el método SCAMPER y se escribirá en el pizarrón el significado de cada una de sus letras (Sustituir, Combinar, Adaptar, Magnificar o Aumentar, Potenciar otros recursos, Eliminar o Reducir, Reorganizar o invertir) y se les dirá que deben ver si a la solución que plantearon la pueden modificar sustituyendo, combinando, adaptado, aumentando, incluyendo otros recursos, eliminando algo, o reorganizando lo que han planeado. Se les dirá que sólo deben aplicar aquellos verbos que crean necesarios y no todos. El profesor y la psicóloga monitorearán a los equipos para

		<p>resolverles las dudas que les pudieran surgir sobre cómo analizar su solución.</p> <p>Una vez que los integrantes de cada equipo estén seguros de la solución que van a llevar a cabo se les pedirá que la escriban en una hoja blanca.</p>
	<b>Cierre</b>	<p>Cuando el equipo haya terminado entregará la hoja al profesor o a la psicóloga, quienes preguntarán a los integrantes del equipo cómo fue que llegaron a esa solución y si creen que tendrán alguna dificultad para llevarla a cabo</p>
<b>Uso de las TIC</b>	<b>N/A</b>	
<b>Socialización de los aprendizajes</b>	<p>Los estudiantes trabajarán en equipo, con el fin de compartir y complementar sus ideas sobre la posible solución al problema planteado.</p>	
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>	<p>Llegar a una manera de solucionar el problema en la que todos los miembros del equipo estén de acuerdo.</p>	
<b>Materiales y contenido necesario</b>	<p>Hojas blancas Plumas Lápices</p>	
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>	<p>Una dificultad que podría presentarse es que los estudiantes tengan dificultades al usar el método SCAMPER, por lo que se sugiere monitorear a los equipos para resolver de forma individual las dudas que surjan.</p>	

<b>Título</b>	<b>COMENTANDO MI SOLUCIÓN</b>
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIÓN 8</b>
<b>Objetivo</b>	<p>Que los estudiantes hablen, con la psicóloga, sobre la solución que han decidido llevar a cabo, el proceso que deben seguir y las dudas o inquietudes que tengan sobre éste.</p>

<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)	
<b>Tiempo de la sesión</b>	<b>90 minutos</b>	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<i>Idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.</i>	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>RECUERDO Y TRANSFERENCIA</b>	
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo y preguntándoles a los alumnos si recuerdan lo que hicieron la sesión anterior, una vez que digan lo que se hizo en la última sesión se les dirá que esta sesión es para aclarar dudas y que por lo tanto se hablará individualmente con cada uno de los equipos.
	<b>Desarrollo</b>	Se les dirá que se irá llamando a cada equipo para que vayan a la sala de cómputo donde hablaran sobre la solución que han elegido, para lo cual el profesor decidirá el orden en el que los equipos irán saliendo.  Una vez que el equipo llegué a la sala de cómputo, se les preguntará a los integrantes del equipo cuál es la solución que decidieron llevar a cabo, qué dificultades creen que puedan tener para realizar lo que planean, y cómo podrían solucionarlas. Además, se les preguntará sobre las dudas que pudieran tener para llevar a cabo la solución y sobre los materiales que necesitan para realizarla.
	<b>Cierre</b>	Se refirmará el procedimiento a seguir para llevar a cabo la solución de cada equipo y se enlistarán los materiales requeridos, en una hoja blanca, y se les dirá que la próxima sesión es necesario que lleven todo lo necesario, ya que comenzarán a realizar lo planeado.

<b>Uso de las TIC</b>	N/A	
<b>Socialización de los aprendizajes</b>	N/A	
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>	N/A	
<b>Materiales y contenido necesario</b>	Hojas blancas Plumas	
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>		
<b>Título</b>	<b>MANOS A LA OBRA</b>	
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIONES 9 Y 10</b>	
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes realicen los materiales que son parte de la solución al problema que se ha planteado.	
<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)	
<b>Tiempo de la sesión</b>	3 horas, divididas en dos sesiones de 90 minutos cada una.	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<i>Idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.</i>	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>RECUERDO Y TRANSFERENCIA</b>	
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo y preguntándoles a los estudiantes si recuerdan qué se hizo la sesión anterior y qué se les dijo que se haría en esta
	<b>Desarrollo</b>	Se les preguntará a los equipos si tienen todos los materiales para realizar lo que han planeado. Una vez que hayan reunido todo el



		<p>material necesario, se les dirá que irán a la sala de cómputo. Una vez en la sala de cómputo a los equipos que vayan a realizar algún producto digital se les asignará una computadora y los demás trabajaran en las mesas.</p> <p>El profesor y la psicóloga están monitoreando a los equipos durante todo el proceso para facilitarles el mismo y ayudar a resolver las dificultades que pudieran surgir</p>
	<b>Cierre</b>	Una vez que los estudiantes hayan terminado sus productos, los mostrarán al profesor y a la psicóloga, quienes conversarán con los alumnos sobre los últimos detalles de cómo van a llevar a cabo su solución
<b>Uso de las TIC</b>		Los equipos que así lo hayan decidido, harán uso de recursos tecnológicos como programas de office, editores de video, páginas web, o aplicaciones sobre el universo.
<b>Socialización de los aprendizajes</b>		Los estudiantes se ayudarán entre los miembros del equipo, para realizar los materiales necesarios para llevar a cabo la solución que han planteado al problema.
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>		Materiales necesarios para llevar a cabo la solución del problema, como pueden ser: trípticos, maquetas, infografías, carteles, etc.
<b>Materiales y contenido necesario</b>		Se decidirá dependiendo de la solución que llevará a cabo cada equipo.
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>		Que los estudiantes no lleven el material completo para realizar sus productos, para lo cual, se sugiere, pedirle al equipo que adapten su solución a los materiales que tengan disponibles.

<b>Título</b>	<b>SOLUCIÓN APLICADA</b>	
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIONES 11 Y 12</b>	
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes apliquen lo aprendido al llevar a cabo la solución que plantearon para la resolución del problema inicial	
<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)	
<b>Tiempo de la sesión</b>	3 horas, divididas en dos sesiones de 90 minutos cada una.	
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<i>Idear una forma atractiva, que fuera más interesante y llamativa que solamente realizar una exposición del tema, de informar, a sus compañeros de grupo, sobre los hallazgos de su investigación.</i>	
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>RESPUESTA Y RETROALIMENTACIÓN</b>	
<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo, y se les preguntará a los estudiantes si recuerdan lo que está planeado para esta sesión. Una vez que lo recuerden, se les pedirá sólo a cuatro de los ocho equipos que se reúnan con sus compañeros de equipo en una esquina del salón.
	<b>Desarrollo</b>	Una vez que haya un equipo en cada esquina del aula, se les pedirá que saquen todos los materiales necesarios para dar a conocer los resultados que obtuvieron a sus compañeros. Los estudiantes que no presentarán su información, se dividirán en cuatro grupos, una vez que los equipos que presentarán, estén listos, se les pedirá a los grupos que vayan con cada equipo para que éstos les den a conocer los resultados de su investigación, y que les hagan las preguntas que deseen sobre el tema que han investigado sus compañeros.

	<b>Cierre</b>	Una vez que los cuatro equipos hayan terminado de dar su explicación a todos sus compañeros, se les pedirá que regresen a su lugar. Se nombrará a cada equipo que presentó y se les pedirá sus compañeros que les comenten qué les gusto de su trabajo y qué les sugieren para mejorar. Se realizará la misma actividad en la siguiente sesión, en la que presentarán los equipos restantes.
<b>Uso de las TIC</b>	<b>N/A</b>	
<b>Socialización de los aprendizajes</b>	Los estudiantes comentan los resultados de su investigación y comparten sus productos con el resto de sus compañeros.	
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>	<b>N/A</b>	
<b>Materiales y contenido necesario</b>	Materiales que cada equipo diseñó para solucionar el problema.	
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>	Que los estudiantes olviden los materiales necesarios para su presentación, lo que se puede solucionar pidiéndole al profesor que les permita guardar en el salón los productos realizados.	

<b>Título</b>	<b>ANTES PENSABA...</b>
<b>Número de sesión</b>	<b>SESIÓN 13</b>
<b>Objetivo</b>	Que los estudiantes reflexionen sobre aquello que han aprendido, comparando lo que ahora saben con lo que sabían en un inicio
<b>Temas abordados</b>	Los elementos del universo (Estrellas, La Luna, Ciencia y tecnología para estudiar el universo, Galaxias, Cometas, Planetas, Asteroides)
<b>Tiempo de la sesión</b>	90 minutos
<b>Desafío: pregunta o enigma introductorio a resolver</b>	<b>N/A</b>
<b>Etapas de Gagné que se trabajarán durante la sesión</b>	<b>RESPUESTA Y RETROALIMENTACIÓN</b>

<b>Metodología de trabajo en la sesión</b>	<b>Inicio</b>	Se iniciará la sesión con un saludo y una felicitación a los estudiantes por el trabajo realizado durante la sesión anterior. Se les dirá que está será la última sesión y que para ello es necesario que piensen, en equipos, qué han aprendido durante todo el proyecto.
	<b>Desarrollo</b>	Se llevará a los estudiantes a la sala de cómputo, se les pedirá que ingresen al blog, tecleando la dirección que estará escrita en el pizarrón. Una vez que entren al blog, se les dirá que den clic en la entrada que dice: antes pensaba... ahora pienso... y que escriban, de forma individual, lo que crean que fue lo más importante que aprendieron durante el proyecto, y posteriormente, lo publiquen.
	<b>Cierre</b>	Se les pedirá a los estudiantes que lean algunos de los comentarios que han publicado sus compañeros. Se les dará las gracias, tanto al profesor como a los estudiantes, por haber participado en el proyecto y se les dará un presente.
<b>Uso de las TIC</b>	Los estudiantes publicarán en el blog, aquellos aprendizajes que consideren más importantes.	
<b>Socialización de los aprendizajes</b>	Los alumnos leerán los comentarios publicados por sus compañeros.	
<b>Resultado o producto final de la sesión</b>	Publicaciones en el blog.	
<b>Materiales y contenido necesario</b>	Computadoras con acceso a internet	
<b>Dificultades que pueden presentarse en la ejecución de las actividades y sugerencias para enfrentarlas</b>	Que no haya acceso a internet, para solucionarlo, se les pedirá a los estudiantes que completen las frases antes pensaba..., y ahora pienso... en una hoja blanca.	