



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
BIOLOGÍA

ELABORACIÓN E IMPLEMETACIÓN DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA  
ENSEÑANZA DE LOS TEMAS “REPLICACIÓN DEL DNA Y SÍNTESIS DE  
PROTEÍNAS” EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR.

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

**P R E S E N T A:**

BIÓL. BEATRIZ HERRERA OROZCO

TUTOR

MTRO. RAMÓN VÍCTOR MORENO TORRES  
*FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA*

COMITÉ TUTOR

DRA. NORMA YOLANDA ULLOA LUGO  
*FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA*  
DR. MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ RODRÍGUEZ  
*FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA*

**Los Reyes Iztacala, Estado de México, Agosto del 2019.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# ÍNDICE

## I. Introducción

## II. Antecedentes

- Descripción del Software Educativo.
- Evolución Histórica del Software Educativo.
- Aplicación del Software Educativo.

## III. Justificación

## IV. Objetivos

## V. Material y Método

- Metodología para la elaboración del Software Educativo para la enseñanza de los temas: Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

## VI. Resultados: Software Educativo

- Elaboración del Software Educativo.
  - ✓ Fase 1, 2. Análisis:
    - ✓ Fase 1. Estudio preliminar.
      - Área de estudio.
      - Características de la población de estudio.
    - ✓ Fase 2. Diseño pedagógico o instruccional.
      - Objetivos.
      - Contenido.
        - Temas: Replicación del DNA, Transcripción y Síntesis Proteica.
        - Teoría del Aprendizaje: Constructivismo.
          - Desarrollo e implementación del Software Educativo bajo un enfoque constructivista.
          - Herramientas tecnológicas constructivistas(Software Educativo).
          - El rol del docente frente al uso del Software Educativo.
          - Desarrollo e implementación del Software Educativo bajo un enfoque histórico.
  - ✓ Fases 3 y 4. Diseño y Desarrollo del Software Educativo.
  - ✓ Fase 5 Implementación del Software Educativo y Validación.

## VII. Discusión

## VIII. Conclusión

## IX. Bibliografía

## X. Anexos

## **RESUMEN**

Actualmente temas relacionados con la Biología Molecular, tales como el genoma humano, clonación, transgénicos y terapia génica, han adquirido relevancia, por lo que es necesario dotar a los jóvenes de los conocimientos básicos necesarios para que los comprendan, como lo es, el Dogma Central de la Biología Molecular (DCBM). Sin embargo, la enseñanza aprendizaje de estos temas representa serias dificultades que podrían sortearse con el apoyo del Software Educativo (SE), considerado un recurso que favorece el quehacer en el aula. Por ello se diseñó e implementó (en alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades) un SE bajo un enfoque constructivista y desde una perspectiva de la Historia de la Ciencia, para la enseñanza aprendizaje del DCBM. Se concluyó que el SE es una herramienta potencial de apoyo al docente, y para el aprendizaje, por ser motivador, principalmente por sus elementos visuales, y por ofrecer fundamentos conceptuales que contribuyen a la comprensión de los temas.

**Palabras clave** Software Educativo, Dogma Central de la Biología Molecular, Constructivismo, Historia de la Ciencia.

## **ABSTRACT**

Currently issues related to Molecular Biology, such as the human genome, cloning, transgenic and gene therapy have become relevant, so it is necessary to provide to the students with the basic knowledge necessary to understand them, as it is the Dogma Central of Molecular Biology (DCBM). However, the teaching of these subjects represents serious difficulties that could be overcome with the support of the Educational Software (SE), considered a resource that favors the task in the classroom. For this reason, an SE was designed and implemented (in students of the College of Sciences and Humanities) under a constructivist approach and from a perspective of the History of Science, for the teaching of the DCBM. It was concluded that the SE is a potential tool that support the teaching, and learning, for being motivating, mainly for its visual elements, and for offering conceptual foundations that contribute to the understanding of the topics.

## I. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad en la que la ciencia y la tecnología ocupan un lugar fundamental para la comprensión y transformación de la realidad contemporánea, por lo que la población y de manera puntual los jóvenes, necesitan adquirir una cultura que les permita tomar conciencia de la riqueza, implicaciones e impactos que tienen la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana y en nuestro futuro (Nieda, 1997).

El acceso al conocimiento de la ciencia y la manera en que se lleva a cabo es de importancia de muchas y múltiples formas para los jóvenes. El conocimiento científico brinda la posibilidad de adquirir noción del valor funcional o práctico de la ciencia, poder explicar los fenómenos naturales cotidianos, explorar el potencial de la naturaleza sin dañarla, desarrollar la capacidad de indagar objetiva y críticamente la realidad natural, ampliar la cultura, y obtener placer y diversión por el gusto de conocer (Claxtón, 1994). Cabe mencionar que la adquisición de una cultura científica dota de la capacidad de tener control, decidir y afrontar con conocimiento de causa sobre temas de importancia para nuestra sociedad (Rocha, 2010).

En la sociedad actual un tema que ha adquirido gran relevancia es el concerniente a la Biología Molecular, siendo cotidiano emplear los términos *herencia, gen, ADN y mutación*; y natural referirse a temas relacionados, sobre el *genoma humano, manipulación genética, alimentos transgénicos, clonación, pruebas genéticas y terapia génica* (Iñiguez, 2005). Es importante por lo tanto que en el Nivel Medio Superior donde se introduce a los jóvenes en el conocimiento formal de estos temas, se procure un adecuado aprendizaje de los procesos básicos “Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas” y los conceptos implicados. Dichos conocimientos se espera también sirvan para la comprensión de temas posteriores sobre Genética y Biotecnología, y su valoración en implicaciones sociales, éticas, científicas, tecnológicas y médicas, entre otras.

Desafortunadamente los temas de Genética y los relacionados, el caso de la Biología Molecular, son de los más difíciles de comprender por el alumnado, y los que reúnen mayor dificultad conceptual dentro de la Biología (Johnstone y Mahmoud, 1980; Smith, 1988) por diversas razones que en general impiden la construcción del conocimiento científico. De dichas dificultades destacan, la naturaleza compleja de los temas a desarrollar en el Nivel Medio Superior donde se requiere mayor capacidad de abstracción por parte de los alumnos, énfasis en el cuerpo y terminología de la ciencia más que en su naturaleza (Castro, 2008), la existencia de ideas previas en su mayoría productos de los medios de comunicación y los tópicos o creencias que los jóvenes escuchan en la calle (Lide, 2013), la transposición didáctica que supone la delimitación del conocimiento, la descontextualización y despersonalización del saber científico

(Chevallard, 1991), el desinterés del alumnado en el aprendizaje de la ciencia (Solbes, 2007) y el que no se han logrado materializar los principios constructivistas que fundamentan los actuales modelos educativos en el Nivel Medio Superior (Pantoja, 2013).

Ante los problemas de enseñanza aprendizaje sobre temas de Biología, la tecnología, que es inherente al modelo educativo constructivista puede ser muy valiosa (Barberá, 2001), en particular recursos tales como el Software Educativo, al que se le han atribuido funciones de facilitador de la comunicación entre el alumno y el docente (Marqués, 2000), delimitador de los contenidos de aprendizaje (Cataldi, 2000) motivador (Contreras 2003), promotor de un rol más activo del estudiante desde el que puede tener mayor control sobre el contenido y tiempo de su experiencia de aprendizaje, entre otras funciones que dependerán de las características del material, la adecuación que se haga del Software al contexto educativo y la manera en que el docente organice su utilización (Marqués, 1995).

## **II. ANTECEDENTES**

### **Antecedentes. Descripción del Software Educativo**

El Software Educativo es un programa informático cuya finalidad específica es emplearse como recurso didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Zamarro, 2011).

#### **Características**

De acuerdo a lo mencionado por Marqués (1998) los programas educativos tienen como características principales:

*Relevancia curricular:* Debe apoyar al profesor en el proceso de enseñanza aprendizaje.

*Versátil:* Adaptable al recurso informático disponible, no obstante, en su mayoría estos recursos son diseñados para ser empleados en el ordenador.

*Fácil de usar:* Los conocimientos que el alumno deba tener sobre informática deben ser mínimos.

*Interactivo:* Contesta de manera inmediata a las acciones del alumno, permitiendo un diálogo e intercambio de informaciones entre el ordenador y el usuario. Se le da un rol más activo al alumno en el aprendizaje.

*Evaluador:* Posee sistemas de retroalimentación y evaluación para permitir informar sobre los avances en el logro de los objetivos educativos.

## **Función**

El Software al ser empleado en el proceso de enseñanza aprendizaje realiza las funciones básicas propias de los recursos didácticos en general, más algunos de estos materiales poseen funciones específicas como lo menciona Marqués (1995):

*Instructiva:* Todo Software orienta y regula el aprendizaje del alumno. Promueve actuaciones del estudiante que lo encaminan a alcanzar los objetivos educativos.

*Informativa:* Como todos los medios didácticos, el Software Educativo representa la realidad y la ordena.

*Motivadora:* Suele incluir elementos que atraen al alumno y llevan a enfocar su interés hacia los aspectos más relevantes de los contenidos y actividades.

*Evaluadora:* La interactividad permite una pronta respuesta a la actuación del alumno, lo que hace a estos medios idóneos para evaluar el trabajo que se va realizando con el mismo. La evaluación se encuentra implícita cuando el estudiante detecta sus errores partir de las respuestas que le proporciona el ordenador, y también puede encontrarse de manera explícita cuando el programa ofrece informes sobre la actuación del estudiante.

*Investigadora:* Pueden proporcionar valiosa información para el trabajo de investigación que se lleva a cabo al margen del ordenador.

*Innovadora:* Emplean la Tecnología más reciente.

*Expresiva:* Sus posibilidades como instrumento expresivo son muy amplias: Permite la comunicación mediante diversos códigos entre el usuario y el profesor y/o los compañeros. También lleva al alumno a comunicarse con precisión debido a que los lenguajes de programación no permiten ambigüedad expresiva.

*Metalingüística:* Se lleva al alumno a aprender los lenguajes propios de la programación.

*Lúdica:* Algunos programas refuerzan su uso mediante la inclusión de juegos.

*Individualiza el aprendizaje:* El Software puede reducir la dificultad para alcanzar los objetivos educativos al permitir que el alumno tenga control sobre el contenido y tiempo de su experiencia de aprendizaje. Por este motivo el Software es útil en trabajos complementarios y de reforzamiento.

## Tipos

El Software Educativo se puede clasificar de acuerdo a distintas tipologías como las propuestas por Marqués (1998).

**Tabla 1.**Tipologías de Software Educativo.

<b>Tipo según:</b>	
Los contenidos	Temas, áreas curriculares
Los destinatarios	Por niveles educativos, edad, conocimientos previos
Su estructura	Tutorial, base de datos, simulador, constructor, herramienta
Sus bases de datos	Cerrados o abiertos
Los medios que integra	Convencional hipermedia, realidad virtual
Su inteligencia	Convencional, sistema experto
Los objetivos educativos que pretende facilitar	Conceptuales, procedimentales y actitudinales
Los procesos cognitivos que activa	Observación, identificación, construcción, memorización, clasificación, análisis, síntesis, deducción, valoración, expresión, creación, etcétera
El tipo de interacción que propicia	Recognitiva, reconstructiva, intuitiva, constructiva
Su función en el aprendizaje	Instructivo, revelador, conjetural, emancipador
Su comportamiento	Tutor, herramienta, aprendiz
El tratamiento de los errores	Tutorial, no tutorial
Sus bases psicopedagógicas sobre el aprendizaje	Conductista, constructivista, cognitivista
Su función en la estrategia didáctica	Informar, motivar, orientar, ayudar, proveer recursos, facilitar prácticas, evaluar
Su diseño	Centrado en el aprendizaje, centrado en la enseñanza, proveedor de recursos



## **Componentes básicos**

Para la construcción de un Software Educativo deben considerarse dos elementos fundamentales (Cataldi, 2000):

*a) Componente técnico:* Establece la estructura lógica para que se lleve a cabo la interacción entre el Software y el usuario y para ofrecer un ambiente de aprendizaje en el que se logren los objetivos educativos establecidos.

*b) Componente pedagógico o instruccional (Teoría del Aprendizaje):* Determina los objetivos educativos que se pretenden lograr al emplear el Software, los contenidos a desarrollar, las actividades interactivas, el sistema de evaluación, y la Teoría Educativa contemplada.

## **Antecedentes. Evolución Histórica del Software Educativo**

### **Enfoque Conductista**

El trabajo realizado por el investigador B.F. Skinner impulsó el desarrollo de los primeros materiales informáticos educativos, mediante su propuesta de la denominada “enseñanza programada”, cuyo fin es individualizar la enseñanza, permitiendo que cada alumno trabaje a su propio ritmo y posibilidades. Esto lo llevó a cabo mediante la puesta en marcha de su teoría del “Condicionamiento Operante” fundamentada en los postulados del Conductismo, para lo cual empleó sus llamadas “máquinas de pensar” (Cataldi, 1999)

El Condicionamiento Operante sostiene que el aprendizaje es un cambio observable y permanente de conducta, y la enseñanza es la disposición de las contingencias de reforzamiento que permiten acelerar el aprendizaje; es decir, los estímulos ambientales tienen influencia directa sobre el comportamiento y el aprendizaje. En su modelo Skinner sostiene además que la gran fuerza de la enseñanza programada es el aprendizaje sin errores, por ello para obtener un aprendizaje seguro y eficiente debe encausarse al aprendiz a la conquista de respuestas correctas, mediante el uso de refuerzos (Santos, 1999).

En cuanto a las máquinas de pensar de Skinner, cabe destacar que su función era la de promover un aprendizaje sistematizado mediante la presentación al aprendiz de una serie de preguntas, problemas o frases incompletas sobre un contenido específico que el alumno debía resolver, y para lo cual se ofrecían pistas o posibles respuestas. Si la respuesta era correcta el alumno podía pasar al siguiente nivel de aprendizaje, si era lo

contrario se ofrecía al alumno un nuevo material que contribuía a aumentar las posibilidades de contestar correctamente la siguiente ocasión (Montero, 2012).

Skinner sostenía que las máquinas no enseñaban por sí mismas, sino que ponían en contacto al estudiante con la persona que había elaborado el material, y los beneficios que se obtenían consistían en lograr un efecto sobre cada estudiante sorprendentemente parecido al de un tutor que enseña individualmente. La máquina reforzaba ante las respuestas correctas y ayudaba a encontrarse con las mismas mediante la construcción ordenada del programa y el uso de técnicas de sugerir, indicar e impulsar. Así mismo, se mantenía al estudiante ocupado y alerta y no se le permitía pasar al siguiente nivel hasta que hubiese dominado la totalidad del contenido actual (Mediavilla, 2012).

**Fig. 1** Máquina de pensar de Skinner



Este aparato presenta un material escrito en una tira de papel que se encuentra enrollada y pegada; parte de la tira muestra información incompleta, una pregunta o ejercicio que el estudiante debe resolver.

Posteriormente el alumno debe mover la regleta para observar las posibles respuestas, si lo escrito por el alumno coincide con la respuesta correcta, se presenta un nuevo material correspondiente con una nueva etapa.

## **Enfoque Cognitivista**

El psicólogo Robert Gagné (1977) desarrolló un modelo en el que contempló aspectos conductistas y cognitivistas. De Ausubel tomó la importancia del aprendizaje significativo, y de Skinner la importancia de los refuerzos y análisis de tareas, sin embargo a diferencia de Skinner, este autor considera el refuerzo como una motivación intrínseca, razón por la cual la retroalimentación es informativa y no sancionadora con el objeto de orientar futuras respuestas (Guerrero, 2009). Gagné propuso pautas muy específicas y de fácil aplicación para el diseño de materiales informáticos educativos, en las que se enfoca en la organización pertinente de la información que compone un programa de estudio (Santos, 1999).

Otra teoría importante con enfoque cognitivista fue la de M.D. Merrill (1980), quien a diferencia de Gagné considera aspectos de interacción entre el programa y el usuario (Santos 1999).

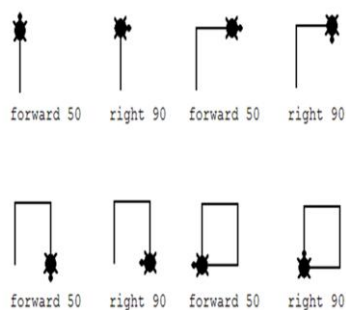
## Enfoque Constructivista

En el año de 1981 el científico computacional Seymour Papert con su obra “Desafío de la mente” contribuyó a tener una perspectiva distinta sobre el uso de las computadoras aplicadas al aprendizaje, ya que menciona que el uso que hasta ese entonces se les había dado a las computadoras era inadecuado y poco innovador, pues lo único que se hacía con estas era simular lo hecho con los libros de texto y en las clases tradicionales. Ante esta noción Seymour desarrolla lo que podría considerarse el primer Software con fundamentos constructivistas, denominado LOGO (Trilla, 2007).

LOGO es un Software orientado a jóvenes para la construcción de conocimientos en torno a lenguaje de programación computacional, el cual fue desarrollado en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), bajo el enfoque Constructivista. Este Software fue diseñado considerando un proceso de aprendizaje donde la interacción entre el sujeto y el objeto fuera grande, pero no demasiado, sino lo suficiente para provocar un desequilibrio en las estructuras cognitivas del sujeto, según lo planteado por Jean Piaget. Papert fue pionero en llevar las computadoras a la escuela y relacionarlas con el aprendizaje (Goldberg, 1991).

Según Papert el aprendizaje se potencia cuando se realiza en un medio ambiente donde los alumnos participan en la construcción de objetos, y en donde se da mayor importancia al error como fuente de aprendizaje, pues frente a este el alumno se cuestiona acerca de las consecuencias de sus acciones en la construcción de los objetos. Este científico destacó la necesidad de los procesos de reconstrucción y negociación, es decir, de la forma en la que los individuos transforman y reestructuran la realidad a la que se enfrentan elaborando sus propias representaciones de la misma, y de la acción de compartir el conocimiento propio con el fin de interpretarlo en grupo y volverlo a crear, ahora desde una perspectiva más amplia (Cataldi, 1999).

**Fig. 2** LOGO de Seymour Papert



LOGO funciona mediante un lenguaje de programación que permite dar órdenes a una tortuga; inicialmente esta era un robot que se colocaba en el suelo y a la que se le manejaba tecleando comandos en la computadora. Posteriormente la tortuga se trasladó a la pantalla donde se utilizaba para realizar dibujos, diseños y figuras.

La enseñanza programada desarrollada durante los años 60 constituyó la base para el desarrollo de los materiales informáticos educativos, especialmente de los primeros programas asistidos por computadora. Posteriormente durante los años 80 las ideas sobre los medios informáticos con fines educativos tomaron mayor auge con la aparición de las computadoras personales, no obstante, estos siguieron desarrollándose bajo fundamentos conductistas, con aisladas excepciones. Actualmente los principios pedagógicos que fundamentan los Software Educativos son mucho más variados, incluso en su mayoría han sido elaborados considerando al Conductismo, Cognitivismo y al Constructivismo (Guerrero 2009).

### **Antecedentes. Aplicación del Software Educativo**

Quiroz (2012) analizó la aplicación de un Software creado como parte de una estrategia para promover la comprensión del tema “Procesos de Reproducción” en alumnos del CCH. Concluyó que el Software puede servir de apoyo a los alumnos en la comprensión de los temas planteados, al proporcionarles los fundamentos conceptuales para su formación. No obstante menciona que no hay evidencia de que el uso del Software promueva un mayor aprendizaje respecto a una clase tradicional.

Álvarez (2010) analizó la importancia de un Software como recurso para contribuir a la comprensión de la Teoría Evolutiva por variación y selección natural por parte de los alumnos del CCH, quienes mencionaron al término del estudio, que el Software Educativo cumplió con el objetivo de servir como apoyo en la comprensión del tema, específicamente sirvió para lograr realizar las diversas actividades planteadas por los docentes durante el curso, en la solución de dudas y la realización de trabajos que se les encomendaron como parte del desarrollo del tema.

Fuentes (2005) al producir y aplicar un Software Educativo para la enseñanza de la Biología en alumnos de tercer año de Secundaria concluyó que este material al ser aplicado en el marco de las Teorías del Aprendizaje, puede contribuir a elevar la calidad de la enseñanza y mejorar el aprendizaje de los estudiantes, gracias a sus elementos multimediales. Destaca que el Software Educativo ayuda a despertar la atención de los alumnos, motiva, y contribuye a la comprensión de la información, además de que permite que grupos con diferentes niveles de conocimientos puedan desplazarse por un cúmulo de información de acuerdo al interés personal, experiencia, necesidad o relevancia de los contenidos.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Ante los problemas que supone abordar los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas en el Nivel Medio Superior se plantea la elaboración de un Software Educativo y su implementación como parte de una estrategia didáctica desarrollada a partir de un enfoque constructivista del aprendizaje, debido a las múltiples ventajas que se le confieren a dicho material al emplearse como recurso didáctico.

### **IV. OBJETIVOS**

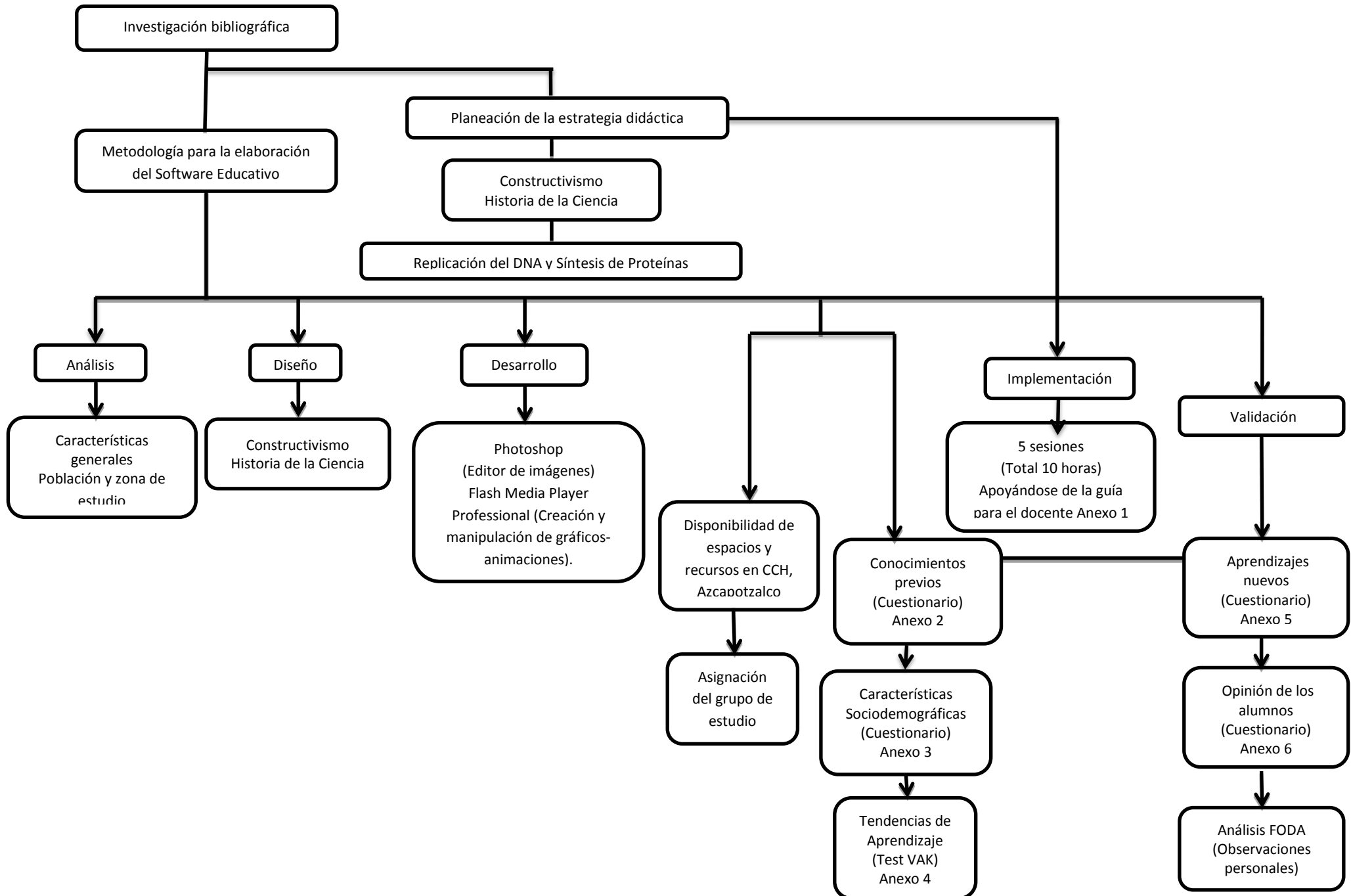
#### **GENERAL**

Elaboración e implementación de un Software Educativo integrado a una estrategia didáctica desarrollada para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas en el Nivel Medio Superior.

#### **PARTICULARES**

- Recopilar información sobre la Metodología para la elaboración del Software Educativo.
- Diseñar un Software Educativo bajo un enfoque Constructivista e Histórico para la enseñanza de los temas Replicación y Síntesis de Proteínas.
- Construir el Software para la enseñanza de los temas propuestos.
- Planear una estrategia didáctica para la impartición de los temas propuestos contemplando el uso del Software Educativo.
- Implementar la estrategia didáctica apoyándonos en el uso del Software Educativo.
- Valorar el uso del Software Educativo como recurso para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

# V. MATERIAL Y MÉTODO



## Metodología para la elaboración del Software

Las Metodologías para la elaboración del Software Educativo comprenden de manera general las siguientes fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación del recurso informático (Galvis, 1992).

Para el presente estudio se consideró y adaptó la Metodología propuesta por Quintero, Luque, González y Portillo (2005) por la ventaja de mantener una sinergia entre los componentes técnico y pedagógico, que para su desarrollo bajo otras metodologías suelen dividirse en diferentes áreas, haciendo de la construcción del recurso informático un camino largo y tedioso. La principal ventaja de esta Metodología radica en que se puede verificar toda la secuencia de forma integrada.

**Tabla 2.** Fases para la construcción del Software.

		Teoría del Aprendizaje Constructivismo Historia de la Ciencia		
<b>ANÁLISIS</b>		<b>DISEÑO</b>	<b>DESARROLLO</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>
			Fase 4	Fase 5
		Fase 3	<b>Construcción</b>	<b>VALIDACIÓN</b>
				<u>Área instruccional:</u> Conocimientos adquiridos
	Fase 2	<b>Desarrollo de Guiones</b>	<u>Mapa de Navegación (Algoritmo)</u>	<u>Interfaz:</u> Opinión de los alumnos Análisis FODA (Opinión del docente)
Fase 1	<b>Diseño Pedagógico o Instruccional</b>	<u>Diseño de pantallas</u>		
<b>Estudio preliminar</b>	<u>Objetivos instruccionales:</u>	<u>Elementos dinámicos y didácticos a considerar</u>		
<u>Determinación de la población:</u> Alumnos de 3 <sup>er</sup> semestre, NMS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica los aspectos generales de la Replicación y Síntesis de Proteínas.</li> <li>• Comprende que los sistemas vivos se perpetúan y mantienen debido a los procesos de replicación y transcripción.</li> <li>• Comprende la importancia del proceso de conservación para que un sistema se mantenga vivo y perpetúe.</li> </ul>			
<u>Determinación del área de estudio.</u> CCH, plantel Azcapotzalco.	<u>Contenido educativo:</u>	<u>Relatos de ejecución de pantallas</u>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Replicación del DNA</li> <li>• Síntesis de Proteínas (Considerando el Plan de Estudios del CCH, 2016)</li> </ul>			

Quintero, Luque, González y Portillo (2005).

*Fase 1:* Estudio preliminar en el que se determinó la necesidad existente en el área de conocimiento, así como la población a la cual se dirigió el Software. Esto se realizó preguntando directamente a algunos profesores del área de Biología, sobre las dificultades en la enseñanza aprendizaje de los temas que les representan mayor dificultad a Nivel Medio Superior, así como mediante una exploración de artículos que trataran sobre este asunto.

*Fase 2:* Se analizó el diseño instruccional correspondiente al área de estudio. Se consideraron los objetivos instruccionales y el contenido en el desarrollo del Software. Para ello se tomó lo planteado en los Planes y Programas de Estudio del CCH, 2016.

*Fase 3:* Se inició con el diseño de los guiones, los cuales dirigieron la forma como se presentaron los contenidos y la distribución de estos en las pantallas, los niveles de interacción entre las mismas y los elementos dinámicos y didácticos (imágenes, botones, textos, animaciones). Se obtuvo un primer esbozo de cómo se construiría el Software.

*Fase 4:* Elaboración del mapa de navegación u algoritmo: Consistió en graficar las relaciones entre los diferentes contenidos expresados en las pantallas y los elementos de las mismas.

*Fase 5:* Se tuvo como producto el Software, el cual se sometió a un proceso de evaluación a partir de la información obtenida sobre los conocimientos adquiridos por los alumnos y su opinión acerca del Software Educativo, así como la del docente que trabajó con dicho material.



## VI. RESULTADOS

### Elaboración del Software para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

#### FASE 1, 2. ANÁLISIS

##### Fase 1. Estudio preliminar

##### Área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo escolar 2016-2017 en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), UNAM, plantel Azcapotzalco, ubicado en Av. Aquiles Serdán No. 2060. Exhacienda del Rosario, delegación Azcapotzalco, Ciudad de México D.F. (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016).

Las instalaciones solicitadas para implementar la Estrategia Didáctica fueron las que contaran con el equipo de cómputo necesario (monitor, CPU con lector de CD, mouse y conexión a Internet) para emplear el Software Educativo, para lo cual se destinaron las aulas ubicadas en: el edificio C donde los alumnos suelen tomar Taller de Cómputo y Cibernética, el edificio Z destinado al personal académico del plantel, y la Sala Telmex o Centro de Cómputo donde los alumnos acuden a realizar trabajos escolares o tomar asignaturas donde se emplean recursos informáticos como en el presente caso (Fig. 3)

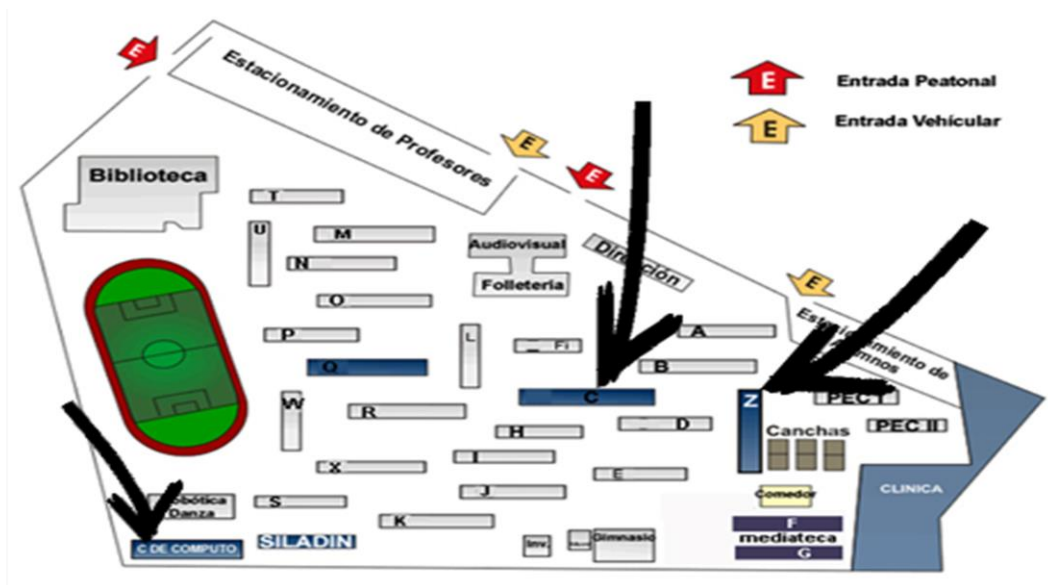


Fig. 3 Croquis del CCH, plantel Azcapotzalco.

## Características de la población de estudio

Se trabajó con un grupo de jóvenes (16 alumnos) de entre 16 y 21 años que se encontraban cursando el tercer semestre del Nivel Medio Superior, turno vespertino, en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Azcapotzalco. Esto debido a que en dicho período se imparte Biología I, materia ante la cual refirieron la mayoría de los alumnos sentir agrado (36%) o indiferencia (36%), mientras que el 28% restante dijo sentir desagrado. Los jóvenes relacionaron el concepto Biología con el término “vida”.

Dado el interés del presente trabajo sobre el uso y gusto de los jóvenes hacia la tecnología y acceso a la misma, se determinó lo siguiente:

La totalidad del grupo de estudio dijo sentir agrado hacia la tecnología debido a tres razones principales que en sus palabras fueron:

1) “*Facilita algunas tareas o actividades*”, 2) “*Es útil*”, y 3) “*Es interesante*”.

La totalidad de los alumnos dijeron contar con algún recurso tecnológico, ya sea computadora de escritorio, computadora portátil, tablet o Ipad y/o celular inteligente de su pertenencia, así como acceso a Internet, a excepción de un estudiante sobre este último.

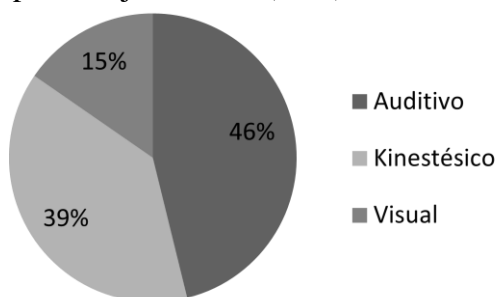
La totalidad de los alumnos mencionó pasar entre 1-3 horas diarias frente a la computadora con la finalidad principal de realizar sus actividades escolares. Para llevar a cabo dichas tareas los alumnos dijeron recurrir mayormente a: 1) videos, 2) sitio Web Wikipedia y 3) El Portal Académico del CCH.

Por el interés en el presente trabajo sobre el conocimiento o manejo de los alumnos del Software Educativo, se obtuvo que más de la mitad del grupo (64%) conoce y empleó en alguna ocasión un Software Educativo por los siguientes motivos: 1) *ayuda a entender mejor y facilita la comprensión* 2) *refuerza algunos temas y a ayuda a que estos no sean tan aburridos*, 3) *dentro del salón, contribuye a agilizar las clases*.

Cabe mencionar que los alumnos citaron varias veces el Software Educativo Geogebra diseñado con un enfoque constructivista, que se encuentra libre en la red para el aprendizaje de las Matemáticas.

## Tendencias de Aprendizaje

Los alumnos que conformaron el grupo de estudio mostraron tener predilección por las estrategias auditivas de aprendizaje (46%), posteriormente por aquellas donde se asocia la información con sensaciones y movimientos (39%) y por último por los métodos de aprendizaje visuales (15%).



Tipos de Aprendizaje del grupo de estudio, obtenidos de la aplicación del test VAK (Anexo 4).

**Gráfico 1.** Tendencias de Aprendizaje

## Fase 2. Diseño Pedagógico o Instruccional

De acuerdo al fundamento filosófico sobre el que se sustenta la educación en el CCH, se determinó desarrollar la Estrategia Didáctica y elaborar nuestro Software Educativo bajo la perspectiva Constructivista y desde un enfoque Histórico de la Ciencia.

A continuación se presenta una descripción de los elementos que comprenden el diseño Pedagógico de nuestro trabajo:

### Objetivos y Contenido

Los objetivos generales y específicos al igual que los contenidos se tomaron del Programa de Estudio del Colegio de Ciencias y Humanidades, 2003. Los objetivos de cada una de las sesiones de trabajo se establecieron de acuerdo a los temas o interrogantes que se abordaron a lo largo de la Historia de la Ciencia y llevaron a formular el denominado DCBM (Tabla 4).

**Objetivo general:** El alumno explicará los principios básicos del proceso de regulación, conservación y reproducción, a partir de su estudio como un conjunto de reacciones y eventos integrados, para que comprenda cómo funcionan y perpetúan los sistemas vivos (Unidad II, Biología I).

### Objetivos específicos:

El alumno:

- Explica los aspectos generales de la Replicación y Síntesis de Proteínas.
- Comprende que los sistemas vivos se perpetúan y mantienen debido a que el DNA tiene la capacidad de replicar su información y transcribirla para que se traduzca en Proteínas.
- Comprende la importancia del proceso de conservación como parte de lo que requiere un sistema para mantenerse vivo y perpetuarse.

**Tabla 3.** Unidad II. Programa de estudios de Biología del CCH.

<i>Primera Unidad: ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?</i>		
<i>Segunda Unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?</i>		
<i>Tema I</i> Procesos de Regulación	<i>Tema II</i> Procesos de Conservación	<i>Tema III</i> Procesos de Reproducción
-Concepto e importancia de homeostasis. -Función de los componentes de la membrana en el transporte, comunicación y reconocimiento celular. -Transporte de materiales a través de la membrana celular: Procesos activos y pasivos.	-Concepto e importancia del metabolismo: Anabolismo y Catabolismo. -Fotosíntesis -Respiración -Fermentación <b>-Replicación del DNA: Aspectos generales e importancia.</b> <b>-Síntesis de Proteínas: Aspectos generales de la transcripción y traducción del DNA, e importancia</b>	-Fases del Ciclo celular -Mitosis: Fases e importancia -Meiosis: Fases e importancia en la reproducción y variabilidad biológica. -Aspectos generales de la reproducción asexual y sexual. Importancia biológica.
<i>Tercera Unidad: ¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?</i>		

## **Teoría del Aprendizaje**

Las Teorías del Aprendizaje ofrecen un fundamento teórico sobre las distintas concepciones de lo que es el Aprendizaje y la forma en la que ocurre este proceso. Mediante el conocimiento de dichas Teorías se pueden diseñar instrucciones, crear Entornos de Aprendizaje, desarrollar material didáctico y elegir estrategias y técnicas validadas para llevar a cabo el proceso educativo de manera más eficiente, eficaz y atractiva.

Las Teorías del Aprendizaje más reconocidas son el Conductismo, Cognitivismo y Constructivismo, siendo esta última la que como se mencionó se contempló para la realización de este trabajo. A continuación se hace una descripción sobre la misma.

### **Constructivismo**

El *Aprendizaje* es un proceso de construcción de conocimientos e interpretaciones, que se lleva a cabo mediante el ajuste de significados previos que se acomodan de acuerdo a la nueva información presentada al aprendiz. El carácter social del ambiente influye en esta generación de conocimiento, que surge como resultado de la confrontación, intercambio y negociación de información permanentes (Peggy, 1993).

### **Supuestos básicos**

- La idea central del constructivismo proviene de su significado “dar estructura”, por lo que el conocimiento se construye.
- El conocimiento responde a una función de supervivencia, no a una descripción del mundo exterior, ante ello el alumno ha de construir conocimiento de acuerdo a sus necesidades e intereses y a su propio ritmo.
- Hay un énfasis en las tareas auténticas, aquellas que tienen relevancia y utilidad en el mundo real y con las cuales el aprendiz puede encontrarse más comprometido con su tarea de aprendizaje.
- La experiencia conduce a la creación de esquemas. Los esquemas son modelos mentales que almacenamos en nuestras mentes y van cambiando al paso del tiempo agrandándose o volviéndose más sofisticados.
- El aprendizaje se lleva a cabo activamente, a partir de la experiencia. Las herramientas disponibles para ello son los sentidos. A partir de los estímulos y mensajes, el individuo se construye y reconstruye una fotografía del mundo.
- El entorno donde se produce el aprendizaje es de gran importancia, ya que los aprendizajes adquieren sentido en el contexto. De hecho la información sobre el contexto es parte del conocimiento que es construido por el aprendiz para interpretar un fenómeno.
- Lo que produce el conocimiento es la disonancia. El estímulo por aprender proviene de concepciones del mundo inciertas e inviables que llevan a tratar de corregir el error, dar sentido a la información que percibimos.

- El aprendizaje depende de los aprendizajes previos, para llevar a cabo un aprendizaje significativo.
- El conocimiento se da por la interacción con otros seres humanos. Es en la interacción con los otros, cuando tenemos la oportunidad de emitir lo conocido para probarlo y negociarlo. Vamos puliendo nuestra interpretación de la realidad, pero sobre todo nos vamos apropiando de la cultura del grupo (herramientas, instrumentos y signos) donde estamos llevando a cabo este proceso.

### **Desarrollo e implementación del Software Educativo para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas bajo un enfoque Constructivista.**

Para contribuir a la construcción del conocimiento de los alumnos que conformaron nuestro grupo de estudio, se consideraron algunas de las pautas propuestas por David Jonassen (1999) para la generación de un Entorno de Aprendizaje constructivista.

a) *Planteamiento de una pregunta, ejemplo, problema o proyecto.* Dan dirección al aprendizaje cuando se plantean de forma interesante. Por ello, el hilo conductor de nuestra Estrategia Didáctica fueron algunas de las interrogantes que se hicieron en el pasado de la ciencia; las que consideramos significativas para que se pudieran llegar a explicar los procesos de Replicación del DNA, Transcripción y Síntesis de Proteínas.

Las interrogantes que llevaron a explicar el DCBM se retomaron para establecer los objetivos particulares de aprendizaje y diseñar nuestro Software Educativo, así como para ser replanteadas a los alumnos como preguntas detonadoras al inicio de cada una de las sesiones de trabajo.

b) *Proporcionar vastas fuentes de información:* Son parte fundamental de un Entorno Constructivista, puesto que sirven a los alumnos para elaborar modelos mentales. Nuestro Software Educativo por lo tanto, incorporó diversos códigos (texto, gráfico y animación), así como hipervínculos con el fin de que el alumno pudiera desplazarse hacia la Internet para observar videos y tener acceso a otras fuentes de información que enriquecieran la contenida en el Software.

c) *Abastecer de herramientas cognitivas:* Estas pueden reforzar las capacidades que requieren los alumnos para resolver el problema, para lo cual son adecuadas las herramientas informáticas como el Software Educativo (herramienta de visualización) que se pretendió fuera fuente de información y contribuyera a la elaboración de imágenes mentales por parte del alumno.

d) *Incorporar herramientas de colaboración y conversación:* Estas permiten compartir la información y brindar herramientas de elaboración del conocimiento de forma conjunta para que este pueda examinarse, corregirse, y si es necesario volver a formularse. Dichas herramientas fueron sustituidas por el diálogo entre los alumnos y con el docente durante el trabajo colaborativo y grupal al interior del aula.

f) *Brindar variedad de actividades*: Favorecen la interactividad y el aprendizaje activo, por lo que nuestro Software Educativo supone un recurso que puede emplearse junto con otros, con miras a que los alumnos logren un aprendizaje significativo.

### **Herramientas Tecnológicas constructivistas**

La educación bajo el enfoque Constructivista resulta automáticamente en la incorporación de la Tecnología, ya que esta provee de herramientas ideales para proporcionar a los alumnos un acceso ilimitado a la información, así como para ampliar sus experiencias de aprendizaje. De dichas herramientas tecnológicas destaca el ordenador, que ha adquirido gran auge en la educación por contribuir al cumplimiento de dos premisas indispensables del Constructivismo: el Aprendizaje Colaborativo y la Interactividad, siendo destacable esta última por permitir conferir un papel protagónico al estudiante al posibilitarle participar activamente en la construcción de su conocimiento.

En nuestro Software Educativo fueron incorporadas tres de las herramientas informáticas que proponen diversos autores (Umaña, 2008, Peralta, 2010, Sánchez, 2004, Jonassen, 1999) para lograr un aprendizaje constructivista:

-La Internet: Proporciona un amplio espectro de espacios para la exploración y participación en nuevas experiencias, ya que permite el contacto con numerosas fuentes de información (bases de datos, instituciones, bibliotecas, personas, etc.), y ofrece la oportunidad de elegir entre múltiples representaciones, recorridos o navegaciones que facilitan al estudiante el expresar y representar sus propios conocimientos a la luz de los que se le presentan.

-Hipermedia e Hipertexto: Brindan la oportunidad de profundizar en la información según los propios intereses y necesidades del estudiante y la navegación libre, en forma no lineal.

-Multimedia: Ofrece diversas posibilidades de recuperar información, bajo un lenguaje sonoro y/o visual estático o dinámico.

### **El rol del docente frente al uso del Software para la enseñanza de los temas Replicación el DNA y Síntesis de Proteínas.**

En la Estrategia Didáctica diseñada se contempló como indispensable que el docente adquiriera conciencia de su nuevo rol y funciones al incorporar el uso del Software Educativo como recurso para la enseñanza, ya que como menciona Cataldi (2000), la tecnología al interior del salón de clases modifica la forma en la que el profesor estimula el aprendizaje, las clases y la interacción entre los actores dentro del proceso enseñanza aprendizaje.

En la siguiente tabla se muestran las nuevas funciones docentes descritas por Squires y Mc Dougall (1994), que se consideraron en el diseño e implementación de nuestro Software Educativo:

**Tabla 4.** Función del docente frente al uso del Software Educativo para enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis Proteica.

<b>Función</b>	<b>Característica</b>
Como proveedor de recursos	El docente construyó el material informático acorde a las características de la clase y a los fines planteados dentro del programa de estudios.
Como organizador	El docente contempló la graduación del tiempo de interacción con las máquinas, ya que es en los diálogos en clase donde se produce gran parte del aprendizaje.
Como tutor	El docente empleó el Software para centrar las actividades. El profesor trabajó de manera grupal y ocasionalmente con un solo alumno o un grupo pequeño, realizando actividades de tutoría.
Como facilitador	Esta fue la responsabilidad principal del docente, como facilitador del aprendizaje de los alumnos y la que no debe olvidarse con la aparición de las demás funciones que surgen con la introducción de las computadoras en el aula.

Modificación a partir de Squires y McDougall (1994).

### **Desarrollo e implementación del Software Educativo para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas bajo un enfoque Histórico.**

Bajo el enfoque Constructivista la Historia ha adquirido gran apreciación en la educación científica (Matthews, 1991) de tal manera que en el Plan de Estudios del CCH se plantea el “análisis histórico” como uno de los 4 ejes complementarios entre el pensamiento evolucionista, relaciones sociedad, ciencia y tecnología y propiedades de los sistemas vivos para la estructuración de los contenidos de Biología que se abordan durante el Nivel Medio Superior (Escuela Nacional de Ciencias y Humanidades, 2016).

La importancia del pasado de la ciencia se atribuye a que puede iluminar el presente del aprendizaje científico, debido a que como lo mencionó Jean Piaget (1970) en su Hipótesis Fundamental de la Epistemología Genética, existe un paralelismo entre la organización lógica y racional del conocimiento (Historia de la Ciencia) y los correspondientes procesos psicológicos formativos (desarrollo individual). Por lo anterior en el diseño e implementación de nuestro Software Educativo se retomaron las preguntas elaboradas a lo largo de la Historia de la Ciencia (Tabla 4), desde las observaciones de Gregorio Mendel, hasta los experimentos más representativos que llevarían a consolidar la Hipótesis del DCBM.

Nuestro Software Educativo se construyó con miras a responder las preguntas elaboradas a lo largo de la Historia, a partir de información concerniente a las observaciones y experimentos que realizaron distintos personajes, con aquella sobre los procesos que conforman el denominado DCBM y los conceptos de interés para lograr la comprensión de los mismos; pues como lo menciona Urones (1998), la Historia puede servir para diseñar

estrategias que permitan a los alumnos realizar una construcción progresiva de sus conocimientos.

Al poner en contacto a los alumnos con el desarrollo de las ideas científicas según algunos autores se esperaba que estos:

- Adquirieran una visión de la complejidad del proceso de construcción del conocimiento científico al relacionarlo con las necesidades y características de la sociedad en cada época (Martínez, S/A).
- Articularan de forma coherente los procesos de descubrimiento, justificación y consolidación del conocimiento científico, en concordancia con la elaboración de modelos cognitivos de las ciencias (Lakatos, 1983)
- Comprendieran la naturaleza de las Teorías científicas (Dedes y Ravanis, 2009).
- Obtuvieran una visión más realista de la actividad científica al percatarse de que su construcción se debe a la interdependencia e integración de diferentes logros de hombres y mujeres (Martínez, S/A).
- Se percataran del carácter provisional de las explicaciones científicas (Escuela Nacional de Ciencias y Humanidades, 2016).
- Construyeran conocimientos sin grandes dificultades y desarrollaran esquemas que les permitan construir nuevos conocimientos como resultado de deducciones lógicas (Gagliardi, 1988)
- Desarrollaran actitudes relacionadas con la creatividad, solidaridad, iniciativa, entusiasmo por saber más y responsabilidad de las acciones propias y colectivas (Izquierdo, 1994)
- Se acercaran a la metodología de la ciencia e ilustraran en la táctica y estrategias para la resolución de diferentes problemas (Conant, 1947).

A continuación se muestra el plan general para la implementación de nuestro Software Educativo. A la izquierda se presentan las interrogantes que se consideraron en cada sesión, así como los personajes cuyas contribuciones ayudaron a responder dichas preguntas, y que se dieron a conocer a los alumnos. También se muestran los objetivos de aprendizaje que derivaron de las interrogantes. A la derecha se aprecian las pantallas que conformaron el Software Educativo y cuya información se destinó a apoyar en la consecución de los objetivos de aprendizaje establecidos durante cada una de las sesiones de clase.



**Tabla 5.** Plan general de la Estrategia Didáctica.

Sesión	HISTORIA DE LA CIENCIA	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SOFTWARE EDUCATIVO
01	<p><i>¿Cómo es que los caracteres pasan de una generación a la siguiente?</i></p> <p>1865 Gregor Mendel</p> <p><b>La célula</b> <b>El núcleo</b> 1831 Robert Brown 1838 Christian Ehrenberg</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar lo que es la Herencia Biológica</li> <li>• Localizar en la célula dónde se halla el material hereditario.</li> </ul>	<p>Pantalla Historia</p> <p>Pantalla Herencia Biológica</p> <p>Pantalla La Célula</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Teoría de la Herencia</li> <li>✓ Eucariota y Procariota</li> <li>✓ Tamaño</li> <li>✓ Ejemplos</li> </ul>
02	<p><i>¿Dónde se encuentra aquello responsable de la transmisión de las características de padres a hijos?</i></p> <p><b>Cromosomas</b> <b>Mitosis y Meiosis</b> 1841 Karl Nageli 1880 Walther Fleming Mitosis 1883 Edouard van Beneden Meiosis 1887 August Weismann Restitución cromosómica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar lo que es un Cromosoma y la manera en que se dispone el material hereditario en el mismo.</li> <li>• Conocer lo que es el proceso de Mitosis, Meiosis y su función.</li> </ul>	<p>Pantalla Historia</p> <p>Pantalla Cromosomas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Anatomía de un Cromosoma</li> <li>✓ Compactación del material hereditario</li> <li>✓ Cariotipo</li> <li>✓ Cromatina y Cromosomas</li> <li>✓ Cromosoma Eucarionte y Procariontes</li> <li>✓ Mitosis</li> </ul>
03	<p><i>¿Cuál es el componente químico portador de la información genética que se transmite de una generación a la siguiente?</i></p> <p><b>DNA</b> 1869 Friedrich Miescher 1914 Robert Fuelleen 1949 Erwin Chargaff 1953 Watson y Crick 1952 Alfred D. Hershey y Martha Chase</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer lo que es el DNA</li> <li>• Conocer lo que son las Proteínas</li> </ul>	<p>Pantalla Historia</p> <p>Pantalla DNA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La molécula del DNA (Tamaño, Forma, Composición, Información)</li> <li>✓ Estructura del DNA</li> <li>✓ Qué es el DNA</li> <li>✓ Lectura de 50 años de la doble hélice, la molécula más bella del mundo.</li> </ul> <p>Pantalla Proteínas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estructura Primaria</li> <li>✓ Estructura Secundaria</li> <li>✓ Estructura Terciaria</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estructura Cuaternaria</li> <li>✓ Qué son las Proteínas y Función (Ejemplos)</li> </ul>
04	<p><b><i>¿De qué manera el DNA puede replicarse y transmitirse a la descendencia?</i></b></p> <p><b>Replicación</b> 1953 Watson y Crick (Se retoma)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar lo que es la Replicación, su función e importancia.</li> </ul>	<p>Pantalla Replicación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ División Celular</li> <li>✓ Replicación I</li> <li>✓ Replicación II</li> <li>✓ Resultado</li> <li>✓ Video Replicación</li> </ul>
05	<p><b><i>¿Existe relación entre DNA y Proteínas?</i></b> <b><i>¿Cómo pasa la información contenida en el código del DNA al de las Proteínas?</i></b></p> <p><b>DNA-Proteínas</b> 1940 Beadle y Tatum 1961 Francis Crick</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar lo que es la Transcripción, su función e importancia.</li> <li>• Explicar lo que es la Traducción, su función e importancia.</li> <li>• Conocer lo que es el Dogma Central de la Biología Molecular.</li> </ul>	<p>Pantalla RNA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DNA vs. RNA</li> <li>✓ Tipos (RNA mensajero, RNA ribosomal, RNA de transferencia)</li> </ul> <p>Pantalla Transcripción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Qué sucede en el proceso</li> <li>✓ Resultado</li> <li>✓ Video de Transcripción</li> </ul> <p>Pantalla Traducción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El código del mRNA</li> <li>✓ Codones</li> <li>✓ Video Traducción</li> </ul> <p>Pantalla Dogma Central de la Biología Molecular</p>

## FASE 3, 4. DISEÑO Y DESARROLLO

Las fases de Diseño y Desarrollo del Software son de gran importancia, dado que en estas se establece el nivel de interacción que tendrá el usuario con el Software de acuerdo a la Teoría de Aprendizaje considerada, lo cual se reflejará en la construcción de la Interfaz.

*La Interfaz:* Entorno a través del cual el usuario establece comunicación con el Software, posibilitando la interactividad característica de este recurso, gracias a mensajes entendibles por el usuario y el programa, y dispositivos de entrada de datos (ejemplo: teclado, mouse, pantalla táctil) y salida de los mismos (ejemplo: pantalla, bocinas, impresoras)(Marqués,1995), y elementos tales como barras de menú, animaciones, videos, sonidos, pantallas y las características que aportan una visión estética y efectiva de esta zona de comunicación (Cataldi, 2000).

Gallego y Alonso (1997) proponen algunas de las características que se contemplaron para la construcción de nuestra Interfaz.

*-Ofrecer al usuario la oportunidad de que se sienta protagonista:* Se contempló en la interactividad establecida entre la máquina y el usuario, así como en la posibilidad de que los alumnos se desplazaran por el recurso a su gusto y sin límite de tiempo.

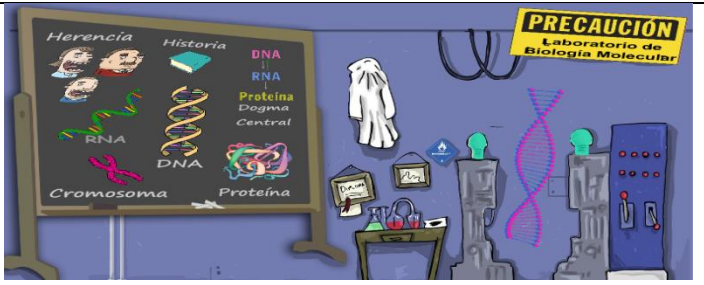

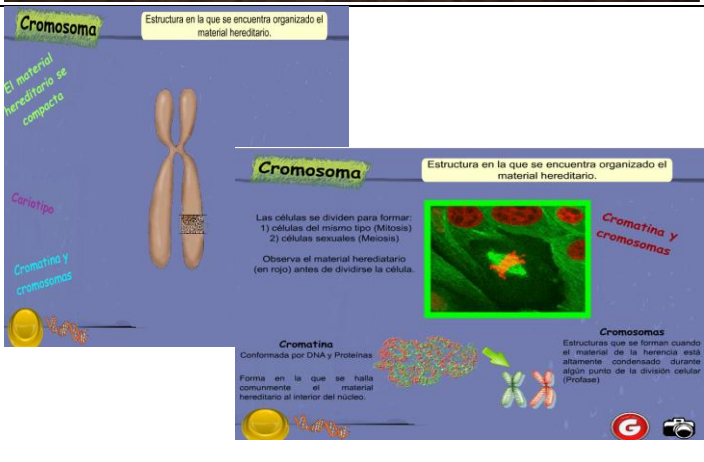

*-Presentar los contenidos de forma atractiva y de fácil manejo:* Los contenidos se presentaron de forma progresiva iniciando por los conceptos requeridos para conocer los procesos Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas, hasta llegar a la explicación de los propios procesos, es decir la información se presentó de lo más simple a lo complejo.

*-Prever distintas funcionalidades de la interface de navegación en función del tipo de contenido, destinatario y niveles de profundidad previstos:* La Interface obedeció a un contenido preciso y considerando las características particulares de los alumnos que cursan el Nivel Medio Superior.

A continuación se presentan ejemplos del diseño elaborado para algunas de las pantallas del Software Educativo destinado a la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

### Fase 3. Diseño

**Tabla 6.** Ejemplo del Diseño de Pantallas y Desarrollo de Guiones del Software para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

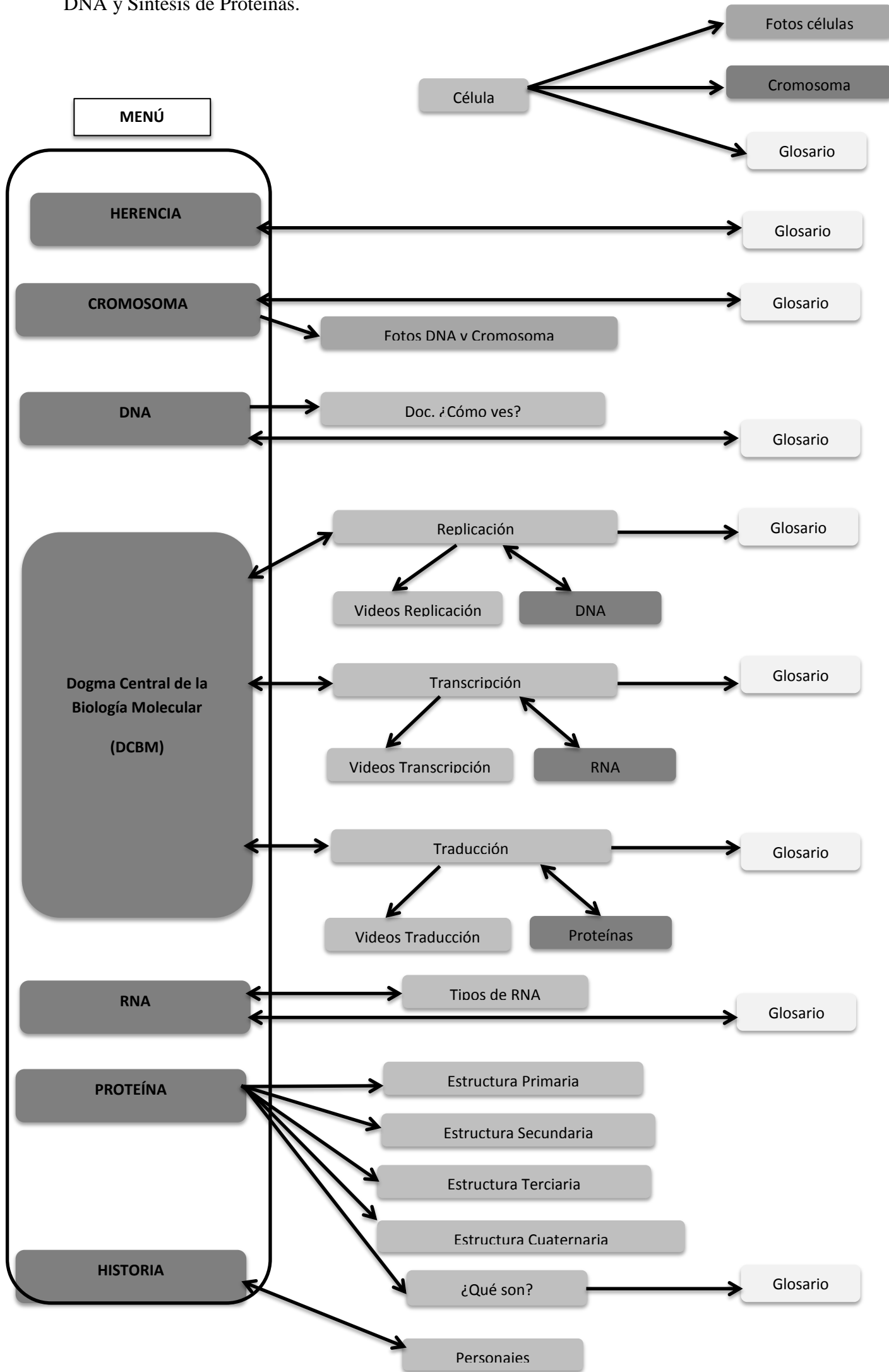
Objetos	Texto	Observaciones	
<p>-Fondo laboratorio -Menú (botones de figuras alusivas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herencia</li> <li>• Cromosoma</li> <li>• RNA</li> <li>• DNA</li> <li>• Proteína</li> <li>• Historia</li> <li>• Dogma Central de la Biología Molecular</li> </ul>	<p>-Paso del cursor por cada botón: Aumento de tamaño de la figura. -Click sobre el botón: Envía a otra pantalla.</p>	
<p>-Fondo color sólido morado -Cuadro de título "Cromosoma" -Botones (títulos) -Cromosoma -Descripción -Botones (Menú, DNA, Glosario, Cámara)</p>	<p><i>Cromosoma</i> Estructura en que se encuentra organizado el material hereditario. El material hereditario se compacta CARIOTIPO- Cariotipo de una célula somática humana: Las células de la especie humana poseen 46 cromosomas (23 pares) CROMATINA Y CROMOSOMAS- Cromatina: Conformada por DNA y Proteínas. Forma en la que se halla comúnmente el material hereditario al interior del núcleo. Cromosomas: Estructuras que se forman cuando el material de la herencia está altamente condensado durante algún punto de la división celular (Profase)</p>	<p>-Paso del cursor por cada botón: Aumento de tamaño y despliegue de información. -Click sobre el botón Menú, ADN, Glosario y Cámara: Envían a las respectivas pantallas.</p>	
<p>-Fondo color sólido morado -Cuadro de título "Proteínas" -Botones (títulos) -Hombre -Botones (Regreso, Glosario)</p>	<p><i>Proteínas</i> ¿Qué son? Las Proteínas son moléculas constituyentes de los seres vivos, cuyo nombre proviene del griego <i>proteios</i> que significa "primero", aludiendo a su importancia para los sistemas vivos. ¿Cuál es su función? ¿Cómo se conforman? Las Proteínas pueden constar de una cadena polipeptídica, dos o más iguales o diferentes-Cadena polipeptídica: Unión de 10 a 100 a.a.</p>	<p>-Paso del cursor por botón ¿Qué son?: Aparece la información y gráficos (lupa sobre célula y proteína 3D girando) -Paso del cursor por el botón ¿Cuál es su función?: Aparece y se desplaza la información de abajo a arriba. -Paso por el cursor ¿Cómo se conforman?: Aparece la información y se desplaza y un gráfico (cadena de a.a.)</p>	

\* Ver Anexo 7 para ver el resto de las pantallas que conforman el Software.

### Fase 4. Desarrollo

Parte importante del Desarrollo del Software es la elaboración del Mapa de Navegación, representación jerárquica del desplazamiento que llevarán a cabo los usuarios por el material informático (MorenoS/A).

**Fig. 4** Mapa de Navegación del Software para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.



## PLANEACIÓN DIDÁCTICA GENERAL

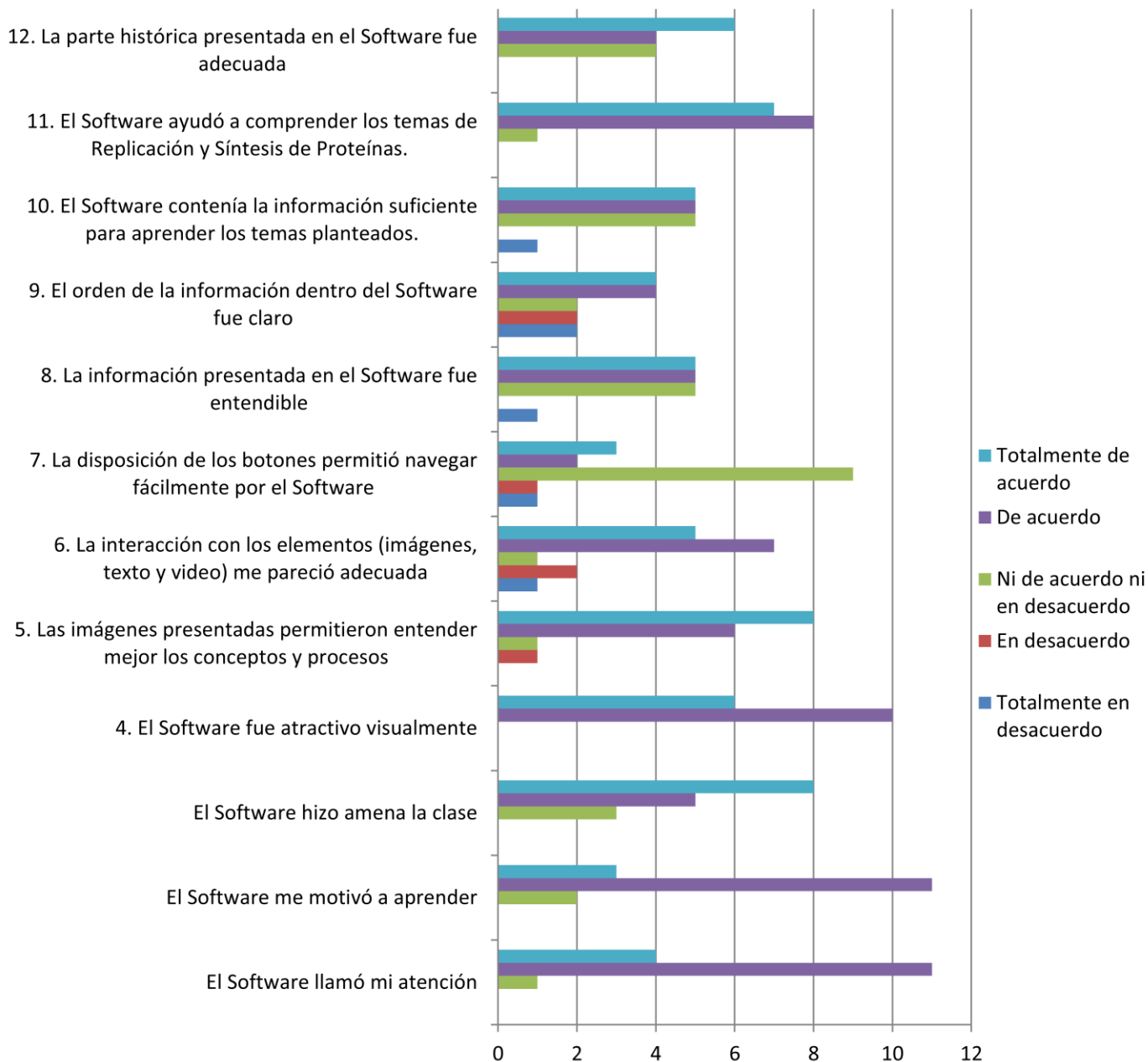
**Tabla 7.** Planeación Didáctica, resumen de las cinco sesiones empleadas para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis Proteica.

Sesión	Objetivo de aprendizaje	Contenido	Objetivo Procedimental	Estrategia de Enseñanza El docente:	Recurso didáctico	Evaluación Diagnóstica
01	-Conocer lo que es la Herencia Biológica. -Identificar en la célula dónde se localiza el material hereditario.	Herencia Biológica	Los alumnos habilitan:  -Comprensión lectora. -Capacidad de reflexionar y discutir sobre lo que observan y leen. -Capacidad de expresarse mediante la escritura, dibujos y esquemas, y verbalmente.	<p><u>Inicio</u></p> <p>-Expresa los objetivos de clase a los alumnos -Lanza la pregunta detonadora y genera una lluvia de ideas</p> <p><u>Desarrollo</u></p> <p>-Brinda cuestionarios a los alumnos -Explica verbalmente apoyándose en el Software Educativo y la guía del maestro. Hace uso del pizarrón. -Socializa las respuestas del cuestionario con los alumnos</p> <p><u>Cierre</u></p> <p>-Replanteamiento de la pregunta detonadora. -Resumen sobre lo visto en clase mediante la verificación de los objetivos.</p>	Software Educativo Pizarrón	El docente valora de acuerdo a su criterio las ideas del grupo, a través de las ideas expresadas por los alumnos durante la actividad inicial.
02	-Conocer lo que es un cromosoma y la manera en la que se dispone el material hereditario en el mismo. -Conocer los procesos de Mitosis, Meiosis y su función.	Cromosoma Mitosis Meiosis				
03	-Conocer lo que es el DNA y su función. -Conocer lo que son las Proteínas y su función.	DNA Proteínas	<b>Objetivo Actitudinal</b>  Los alumnos desarrollan:  -Tolerancia y el respeto hacia las opiniones de sus compañeros y al docente. -Trabajo colaborativo.	<b>Estrategia de Aprendizaje</b>  <u>Inicio</u> -Los alumnos expresan verbalmente sus ideas y reflexionan grupalmente y de manera breve junto con el docente acerca de ellas.  <u>Desarrollo</u> -Revisan las preguntas del cuestionario -Exploran el Software Educativo junto con el docente y toman apuntes en su cuaderno de lo que consideran pertinente. -Posteriormente responden el cuestionario en binas (también realizan algunos dibujos y esquemas), recurriendo al Software cuando lo consideren necesario. -Luego socializan las respuestas de los cuestionarios de manera grupal y junto con el docente.  <u>Cierre</u> -Responden a la pregunta detonadora. -Reflexionan y expresan verbalmente sobre la consecución de los objetivos de la clase.		<b>Evaluación Formativa</b>  El docente evalúa a los alumnos de acuerdo a sus ideas, opiniones, preguntas y respuestas dadas durante las actividades realizadas.
04	-Explicar la manera en que el DNA puede replicarse y transmitirse a la descendencia. -Comprender la importancia de la Replicación.	Replicación				
05	-Explicar los procesos de Transcripción y Traducción. -Comprender la importancia de la Transcripción y Traducción para los sistemas vivos.	Transcripción Traducción Dogma Central de la Biología Molecular				

## FASE 5. APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL SOFTWARE

A continuación se presentan las opiniones del grupo de estudio, vertidas en torno al Software Educativo para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

### OPINIÓN DE LOS ALUMNOS SOBRE EL SOFTWARE EDUCATIVO (DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR)



**Gráfico 2.** Opinión de los alumnos sobre el Software Educativo empleado como recurso didáctico para la enseñanza de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

En el Gráfico 2 se muestran las opiniones de los alumnos vertidas en torno a los elementos del Software Educativo que se consideraron para su valoración como recurso didáctico, obteniéndose lo siguiente:

**Motivación** (Oración, 1, 2 y 3): Este aspecto fue el más favorecedor dado que la mayoría de los alumnos dijeron estar de acuerdo en que el Software llamó su atención (15 alumnos), los motivó a aprender (14 alumnos) e hizo amena la clase (13 alumnos).

**Elementos visuales** (Oración 4 y 5): El Software también tuvo opiniones favorables en este aspecto, ya que la mayoría de los alumnos expresó que el material fue atractivo visualmente (16 alumnos) y que las imágenes que contenía contribuyeron a la comprensión de los conceptos y procesos biológicos de interés (14 alumnos).

**Interactividad** (Oración 6 y 7): Las opiniones fueron medianamente favorables, ya que aunque la mayoría de los alumnos (12) dijeron estar de acuerdo en que la interactividad fue adecuada, también fue la mayoría quien se mostró poco convencida de que la disposición de los botones fuera adecuada (2 en desacuerdo y 9 neutrales).

**Contenido:** (Oración 8, 9 y 10): En este sentido las opiniones de los alumnos también fueron medianamente favorables, pues de la totalidad del grupo de estudio, solo 8 alumnos mencionaron que el orden de la información fue adecuado y 2 de ellos se mostraron neutrales ante esta idea; y en cuanto a la información presentada 10 alumnos mencionaron estar de acuerdo en que esta fue entendible, mientras que 5 de los alumnos se mantuvieron neutrales ante esta aseveración y uno más se mostró en desacuerdo. Así mismo 10 alumnos se pronunciaron de acuerdo en que el Software contuvo información suficiente para aprender los temas planteados, mientras que 5 dijeron no estar ni en acuerdo ni en desacuerdo.

**El Software como herramienta para el aprendizaje** (Oración 11): Este punto fue favorable, ya que la totalidad del grupo de estudio, excepto uno que se mantuvo neutral, mencionó estar de acuerdo en que el Software Educativo fue un recurso que contribuyó a su aprendizaje en los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

**Contenido-Historia de la Ciencia** (Oración 12): Los resultados para este rubro fueron medianamente favorables, ya que solo 10 de los alumnos coincidieron en que la parte histórica presentada en el Software fue adecuada, 4 alumnos dijeron ser neutrales ante ello y un alumno dijo estar en desacuerdo ante lo mencionado.



## OPINIÓN ABIERTA DE LOS ALUMNOS EN TORNO AL SOFTWARE EDUCATIVO APLICADO Y SOBRE EL ENFOQUE HISTÓRICO CONTEMPLADO.

**Fig. 5** Trabajar con el Software me pareció...

*-Algo bueno debido a su facilidad, y me sentí más relajada-*

*-Interesante y contenía la información completa para entender el tema-*

*-Muy interactivo y me sirvió para entender mejor los procesos “visualmente”. Está entretenido-*

*-Interesante y la información clara, las imágenes y las animaciones estuvieron muy bien porque explicaban fácilmente, pero ojalá la clase se hubiera basado más en el Software y este hubiera tenido más actividades-.*

*-Una experiencia grata y menos estresante que una clase normal-*

*-Bastante divertido, ya que permite interactuar y aprender al mismo tiempo, los colores son muy llamativos, y el hecho de que tenga muchas opciones lo hace entretenido, aunque a veces era un poco confuso el cómo llegas de una página a otra-*

*-Excelente porque hacía más interactivas las actividades, y que pueda relacionar con la clase, y comprender mejor de esa manera.*

*-Al principio se me hizo aburrido y no me gustaba por que no ponía atención en lo que buscaba, y en donde tenía que estar colocada en el Software-*

*-Una experiencia interesante, las clases se hacían más didácticas y se me hizo más fácil entender los temas.*

*-Muy buena idea*

*-Muy buena idea, era como el “libro de la clase”, y si no alcanzabas a anotar algo lo podías revisar en el Software.*

*-Fácil, sólo que un poco confuso.*

*-Me gustó porque me ayudó a entender los temas, y era fácil, y la información era resumida.*

*-Muy sencillo, y eso es algo bueno, algunas personas se pierden en la computadora. La información muy buena y adecuada.*

*-Muy bueno, ya que era un poco didáctico, y no nos aburríamos mucho.*

En la Figura 5 se muestran cada una de las opiniones de los alumnos que conformó el grupo de estudio, en relación a su experiencia al trabajar con el recurso, Software Educativo para la enseñanza y aprendizaje de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

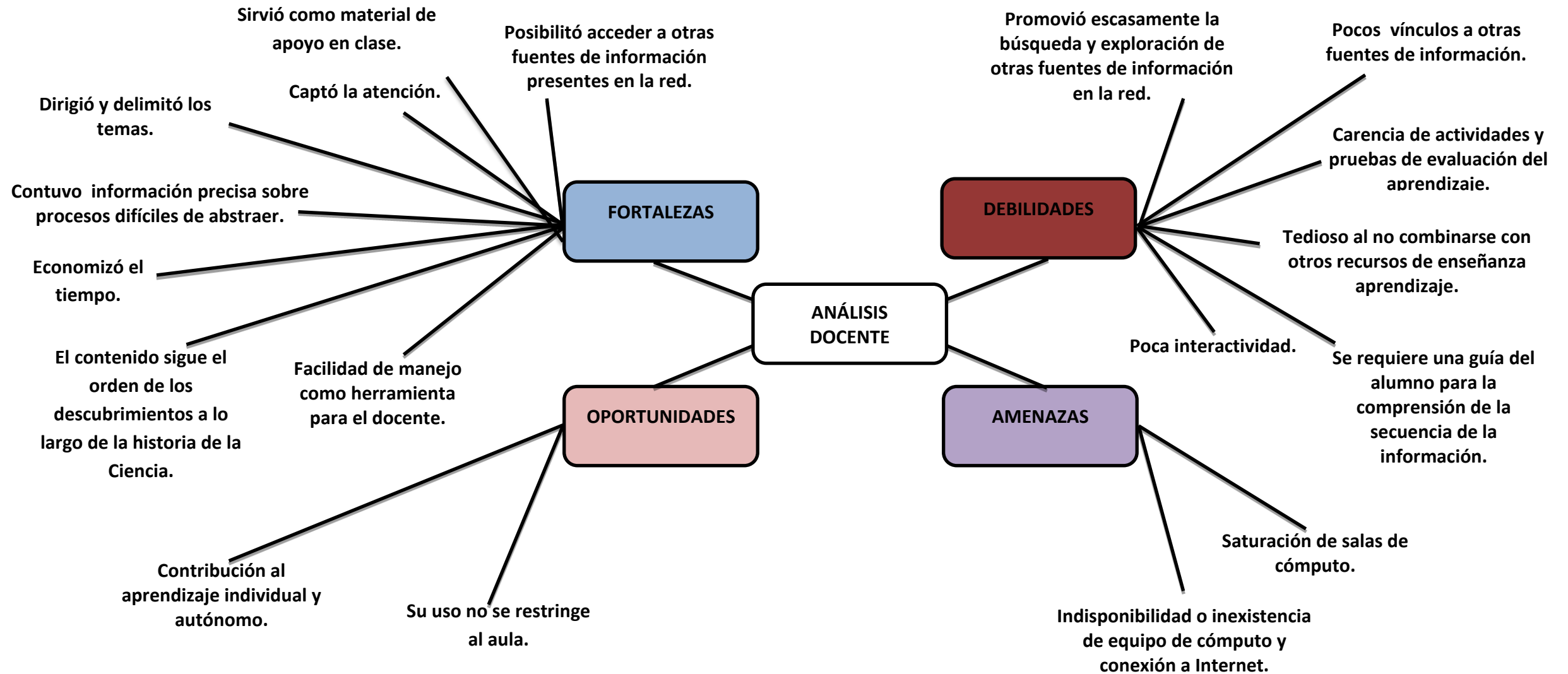
**Fig. 6** Abordar la parte histórica para tratar los temas vistos me pareció...

- Interesante por qué nos dice el porqué de cada una de las cosas, y cuando pasó-
- Un poco confuso por la introducción de los personajes, pero también ayudó a seguir un orden de descubrimiento-
- No me interesa saber mucho sobre los antecedentes históricos, ya que no estamos en el mismo contexto, pero es necesario-
- Está bien, por qué se conoce más sobre “el concepto” en el que vivían y se puede entender por qué pensaban así-
- Fue muy sencillo y preciso-
- Interesante, ya que te permite saber cómo es que se llegó a cierta conclusión-
- Bien por que relacionaba hechos que tratan de como fue el descubrimiento de todo lo que vemos-
- Muy amena y no fue tediosa-
- Muy bien, quedaba más claro todo-
- Muy interesante y didáctico-
- Interesante, como tener el mejor ejemplo del tema-
- Poco tediosa-
- También fue buena porque me sirvió mucho y no era difícil de entender, era interactivo y tenía una secuencia-
- Muy bueno para entender mejor con los primeros experimentos de la Biología-
- Buena, así nos dimos cuenta de cómo sucedieron cada uno de los procesos-
- Fue interesante ver como surgieron todos los conceptos a los largo del tiempo-

En la Figura 6 se pueden leer cada una de las opiniones de los alumnos que conformó el grupo de estudio, en relación al abordaje de la parte histórica durante sus clases sobre los temas: Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas, apoyándose en el Software Educativo construido para dicho fin.

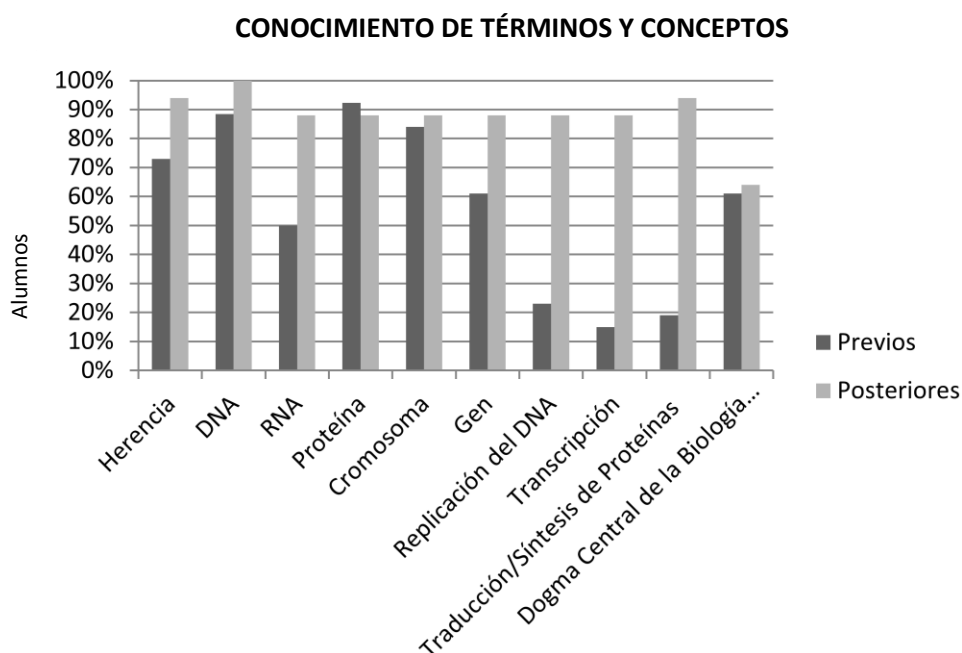
## FODA

Fig. 7 Análisis desde la perspectiva del docente de las Fortalezas, Oportunidades, Amenazas y Debilidades del Software Educativo elaborado.



En la Figura 7 observamos que el docente al emplear el Software Educativo como recurso didáctico, le confirió 8 fortalezas contra 5 debilidades. Así mismo hizo mención de algunas probables amenazas del uso del Software y las posibles oportunidades que se tienen para la obtención del máximo provecho del material.

A continuación se presentan los resultados en torno a los conocimientos de los alumnos antes y después de la intervención didáctica, sobre los tópicos tratados a lo largo de las sesiones para llegar a comprender los procesos de Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas

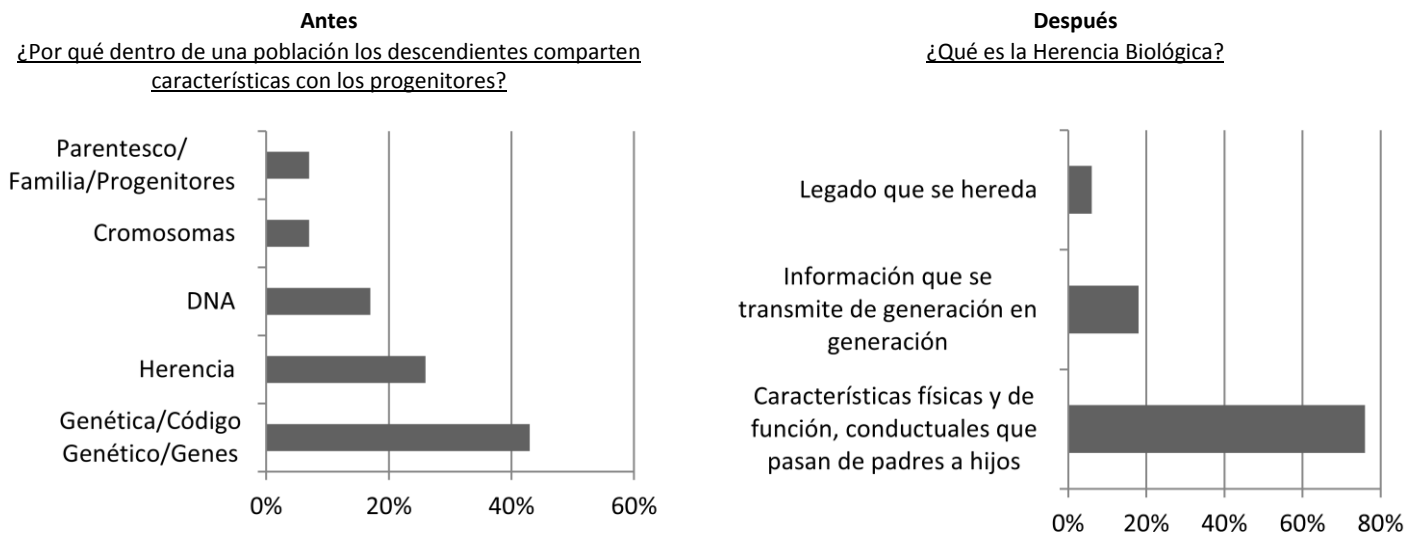


**Gráfico 3.** Porcentaje de alumnos que señalaron conocer conceptos de importancia para la comprensión de los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas, antes y después de la intervención didáctica.

En el Gráfico 3 se observa que posterior a la intervención didáctica de la totalidad del grupo de estudio, hubo un incremento en el porcentaje de alumnos que dijeron conocer 9 de los 10 conceptos propuestos por su relevancia para comprender los temas Replicación y Síntesis, a excepción del concepto de Proteína cuyo conocimiento se redujo después de la intervención (-4%). Nótese que dicho incremento fue desigual, ya que como se aprecia hubo mayor diferencia para los conceptos de Gen (27%), RNA (38%), Replicación (65%), Transcripción (73%) y Traducción (75%).

Tras el uso del Software los términos que la mayoría de alumnos mencionaron conocer fueron DNA (100%), Traducción (94%) y Herencia (94%), y el término que el menor porcentaje de alumnos (64%) dijo conocer fue el de DCBM.

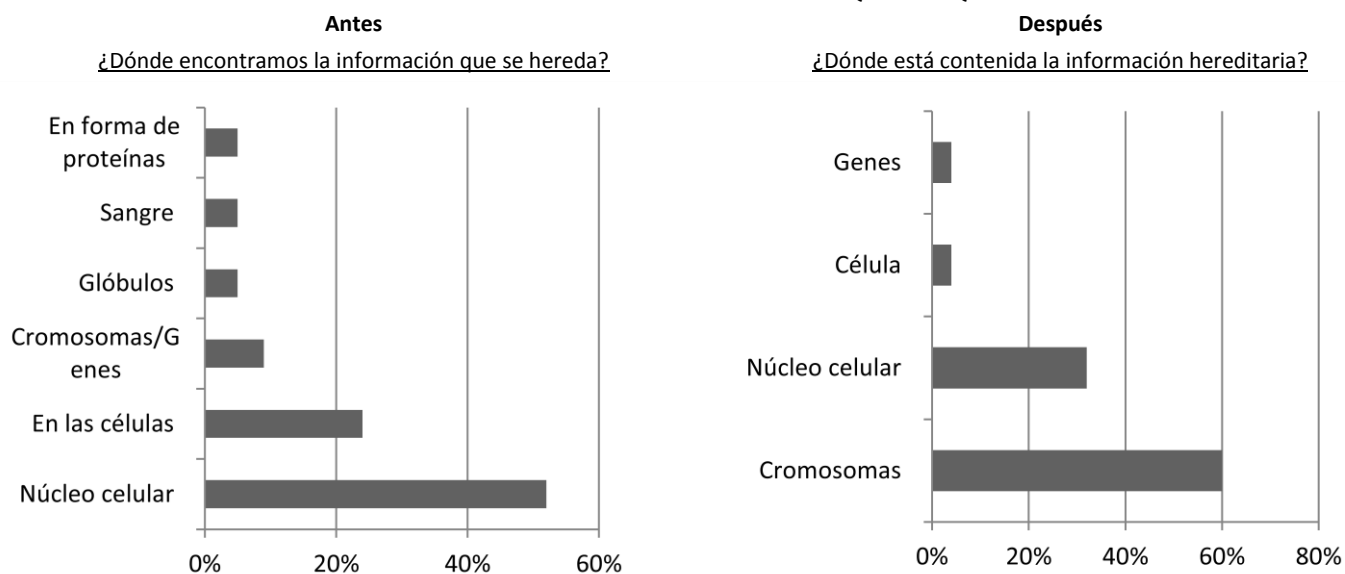
## CONOCIMIENTO SOBRE HERENCIA



**Gráfico 4 y 5.** Conocimientos de los alumnos sobre lo que es Herencia Biológica, antes y después de la intervención.

En el Gráfico 4 se aprecia que al indagar sobre la razón del paso de características de una generación a la siguiente, previo a la intervención los estudiantes en su mayoría (43%) mencionaron llanamente a la Genética, Genes o Código Genético; un porcentaje menor de alumnos (26%) mencionó concretamente que la Herencia es la implicada en dicho fenómeno. Posteriormente, en el Gráfico 5 se observa que el 94% de los alumnos reconocieron que la Herencia Biológica es el proceso mediante el que las características o información pasan de padres a hijos, y un estudiante definió el término Herencia de manera coloquial.

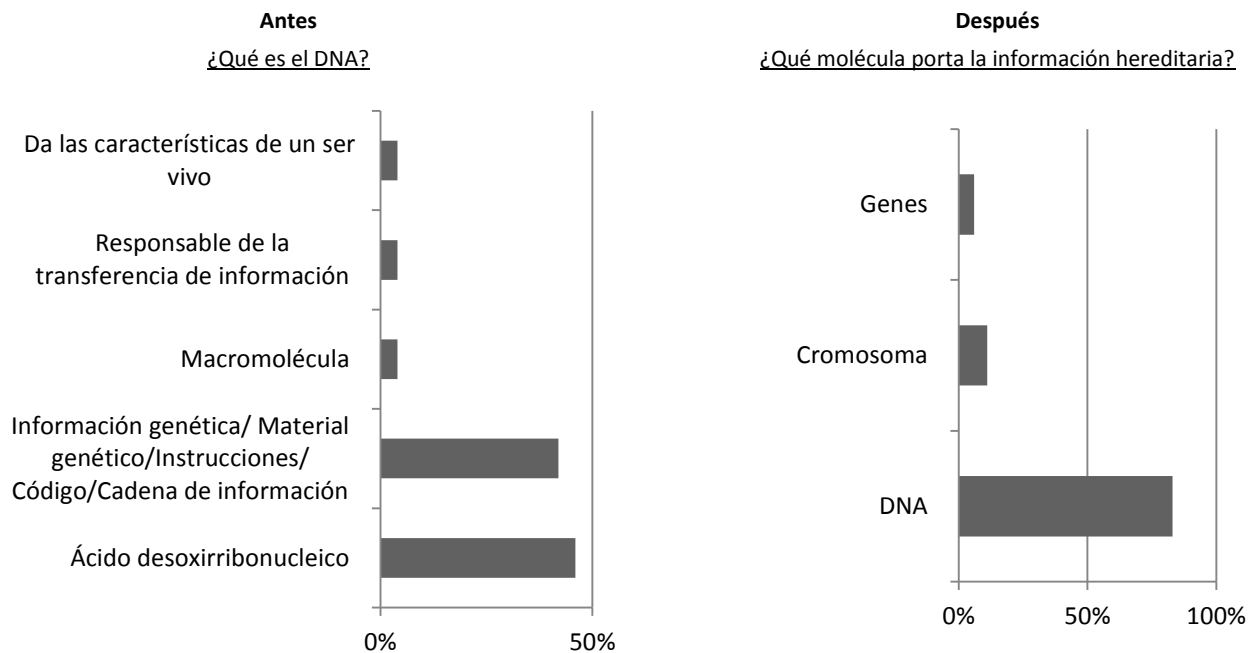
## CONOCIMIENTO SOBREDÓNDE SE ENCUENTRA AQUELLO QUE SE HEREDA



**Gráfico 6 y 7.** Conocimientos de los alumnos sobre la localización del DNA en los sistemas vivos antes y después de la intervención didáctica.

En el Gráfico 6 se puede ver que los alumnos antes de la intervención en su mayoría (52%) mencionaron al Núcleo Celular como contenedor del DNA, mientras que después de la intervención como podemos ver en el Gráfico 7 fueron menos los alumnos que dieron esta respuesta (32%), dado que en su mayoría fueron más específicos al indicar que la información se halla en los Cromosomas (60%). Observe que algunos estudiantes mencionaron antes de la intervención didáctica a la sangre y glóbulos como la parte del organismo donde encontramos la información que se hereda, ante el planteamiento original que fue: Comúnmente cuando un hijo tiene una característica propia de los padres se suele decir “*Lo lleva en la sangre*” ¿Esta aseveración será verdadera? ¿Dónde encontramos la información que se hereda?

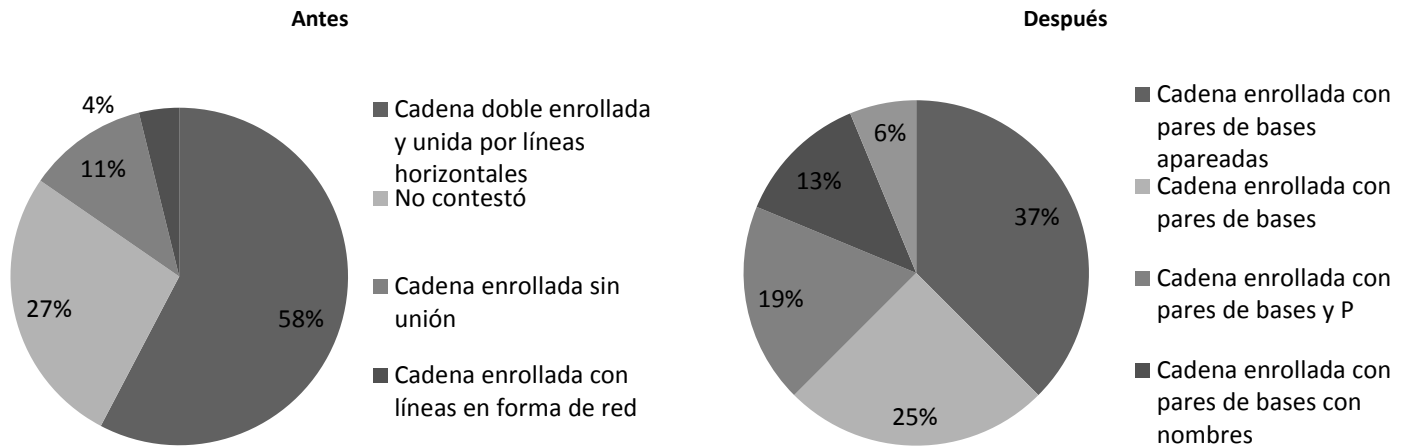
### CONOCIMIENTO SOBRE EL COMPONENTE QUÍMICO PORTADOR DE LA HERENCIA



**Gráfico 8 y 9.** Conocimientos de los alumnos sobre el portador de la información hereditaria antes y después de la intervención didáctica.

En el Gráfico 8 se observa que los alumnos en su mayoría (46%) previo a la intervención didáctica definieron al DNA por el significado de sus siglas, sin embargo poco menos alumnos (42%) dieron una definición más atinada al referirse al DNA como “información”, además aproximadamente dos alumnos hablaron sobre las funciones de dicha molécula: transfiere información y da las características a los seres vivos. En el Gráfico 9 se vislumbra que después de la intervención didáctica un gran porcentaje de alumnos (83%) reconocieron al DNA como la molécula que porta la información hereditaria, aunque también se puede ver que algunos estudiantes mencionaron al Cromosoma o Gen como portador de la Herencia, pasando por alto el término molécula.

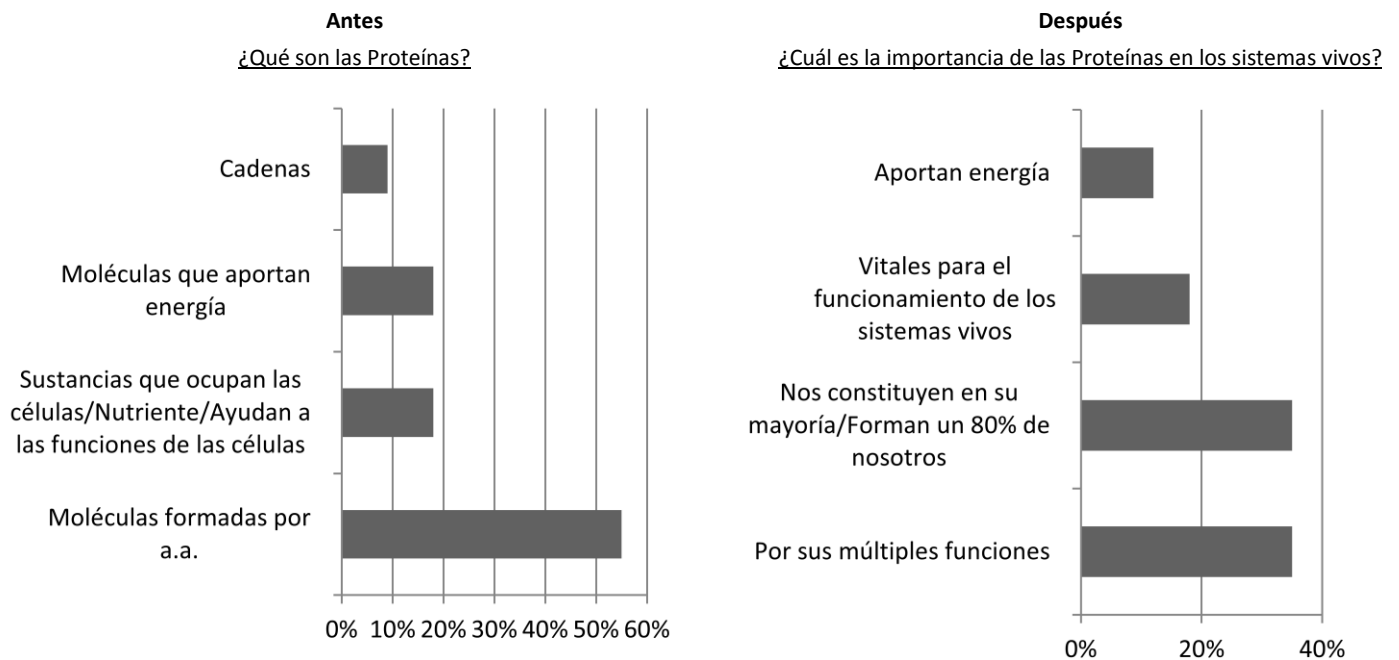
## REPRESENTACIÓN DEL DNA



**Gráfico 10 y 11.** Elementos considerados en la representación del DNA antes y después del uso del Software Educativo.

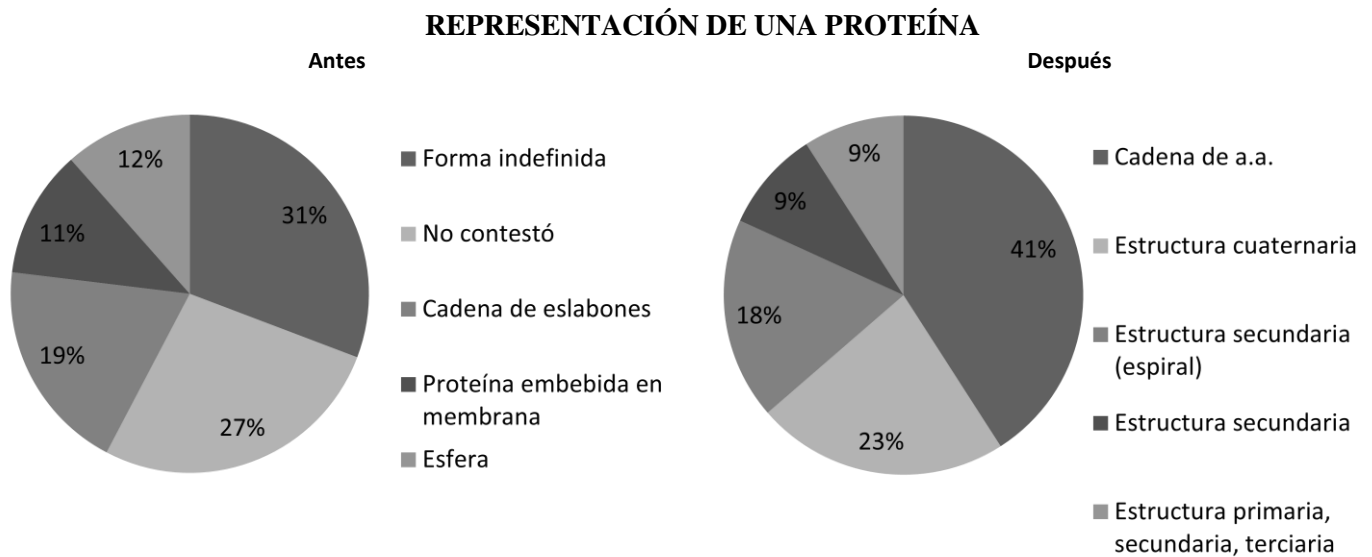
En el Gráfico 10 se muestra que antes de trabajar con el Software la mayoría de las representaciones que los alumnos hicieron de la molécula de DNA (58%) la mostraron como una cadena enrollada unida por líneas horizontales, al menos cuatro alumnos no realizaron el dibujo de la molécula. En el Gráfico 11 se observa que posterior a la intervención didáctica la mayoría (37%) representó al DNA como una cadena enrollada unida por pares de bases apareadas. Aproximadamente seis alumnos fueron más específicos al incluir Fósforo en las cadenas de la molécula o los nombres de las pares de bases que unen a las cadenas de DNA (Anexo 8).

## CONOCIMIENTO SOBRE PROTEÍNAS



**Gráfico 12 y 13.** Conocimientos de los alumnos sobre Proteínas en los sistemas vivos antes y después de la intervención didáctica.

En el Gráfico 12 observamos que los alumnos, previo a la intervención reconocen acertadamente a las Proteínas como moléculas formadas por aminoácidos (55%) y de importancia para la célula (18%), no obstante tres alumnos concibieron a las Proteínas como moléculas que aportan energía. En el Gráfico 13 notamos que la mayoría de los alumnos (35%) tienen claro que las Proteínas son de importancia por las múltiples funciones que desempeñan en los sistemas vivos, ya que como declararon el 18% de los alumnos, las Proteínas nos constituyen en un 80%. Cabe observar que después de la intervención la idea de que las Proteínas aportan energía prevaleció en aproximadamente dos estudiantes.

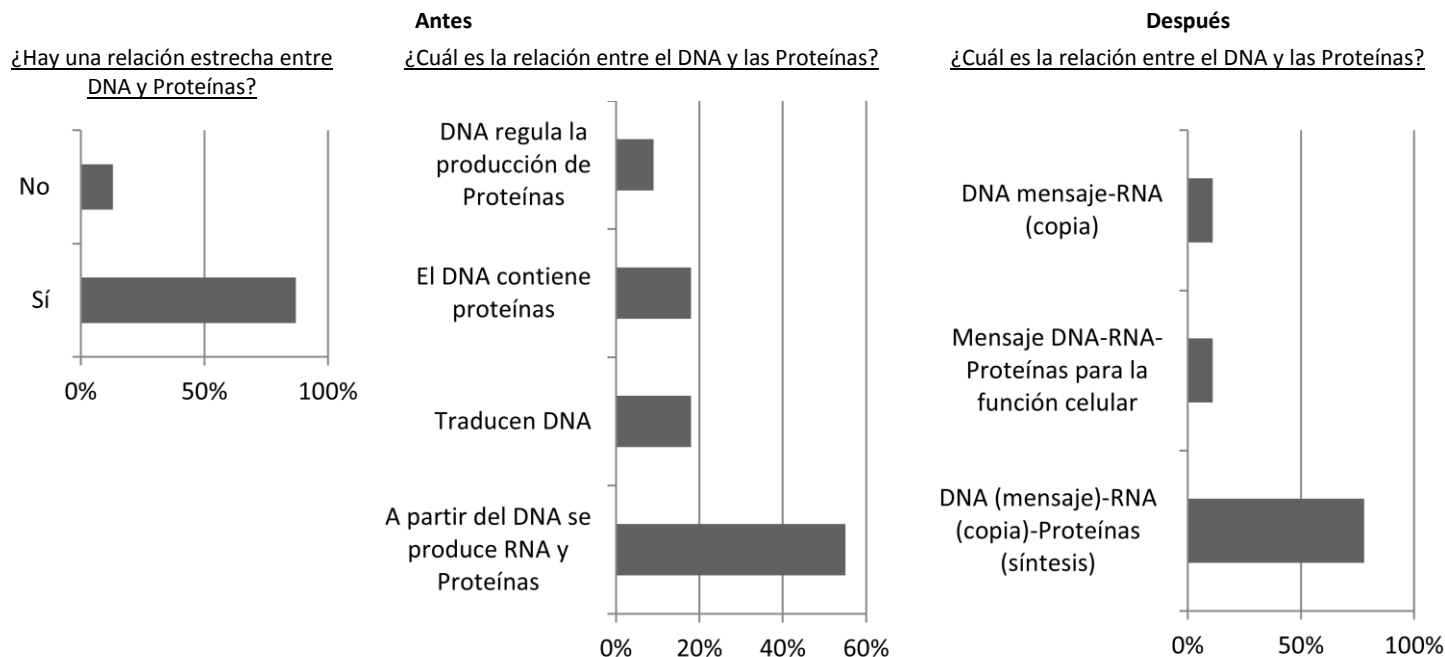


**Gráfico 14 y 15.** Elementos considerados en la representación de una Proteína antes y después del uso del Software Educativo.

En el Gráfico 14 se muestra que antes del uso de la estrategia didáctica en la mayoría de las representaciones hechas por los alumnos (31%) la Proteína no tuvo una forma definida, poco menos alumnos no representaron la molécula (27%). Sólo en tres de los dibujos se mostró a la Proteína como una cadena de eslabones, y en dos de ellos como un objeto embebido en una membrana celular. En el Gráfico 15 se nota que posterior a la intervención en un 41% de los dibujos, la Proteína se ve como una cadena de aminoácidos, y en el resto de las representaciones la Proteína se vislumbra con otra de sus estructuras, cuaternaria y secundaria principalmente (Anexo 8).



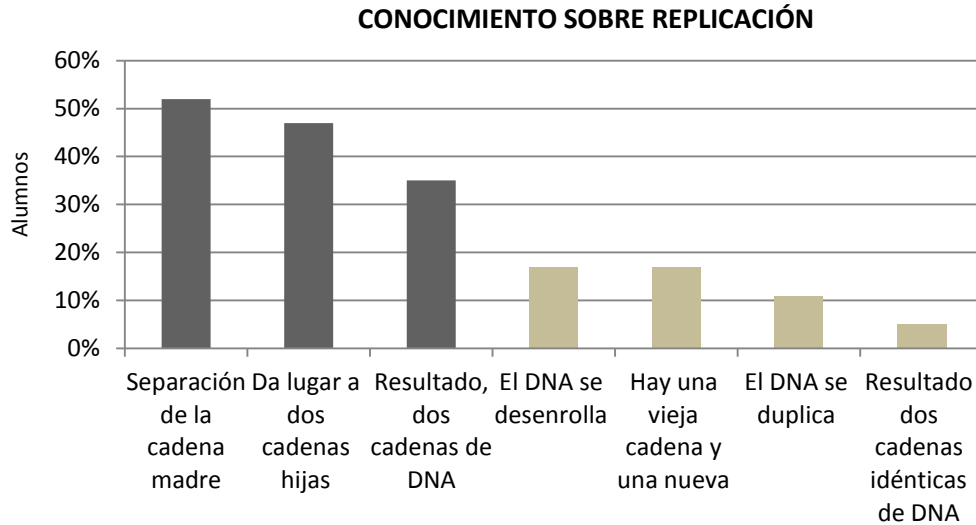
## CONOCIMIENTO SOBRE LA RELACIÓN ENTRE DNA Y PROTEÍNAS



**Gráfico 16, 17 y 18.** Conocimientos de los alumnos sobre la relación entre DNA y Proteínas, antes y después de la intervención didáctica.

En el Gráfico 16 se puede ver que el 87% de los alumnos antes de la intervención tenían claro que existe una relación entre DNA y Proteínas, y en el Gráfico 17 se observa que poco más del 50% de los alumnos sabían de la producción del RNA y Proteínas a partir del DNA, incluso aproximadamente dos alumnos mencionaron que el DNA regula la producción de Proteínas, no obstante, tres de los alumnos dijo erróneamente que el DNA contiene Proteínas y otros tres mencionaron vagamente el término Traducción. En el Gráfico 18 se aprecia que posterior a la intervención un 78% de los sujetos expresaron claramente la relación entre el DNA-RNA y Proteínas. Algunos alumnos enfatizaron en la producción de Proteínas para llevar a cabo las funciones celulares y otros solo mencionaron la relación entre el DNA y el RNA, dejando de lado a las Proteínas.

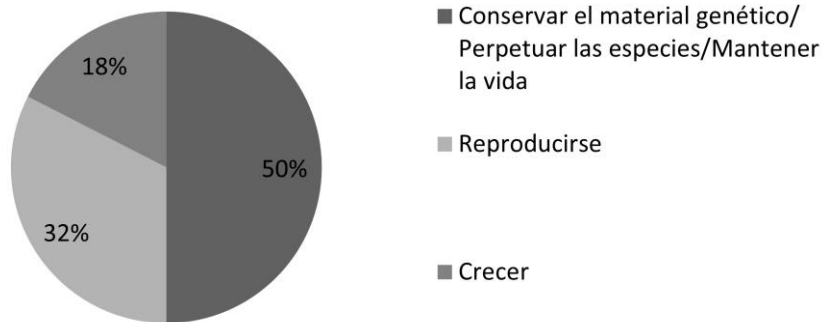
A continuación se muestran los resultados en torno a los conocimientos de los alumnos sobre los procesos de Replicación, Transcripción y Traducción, después de aplicar la Estrategia Didáctica.



**Gráfico 19.** Representación y descripción del proceso de Replicación

En el Gráfico 19 observamos que en las representaciones sobre la Replicación del DNA, la mayoría de los alumnos señalaron los aspectos esenciales del proceso (gris oscuro): Separación de la cadena madre del DNA (52%) y como resultado dos cadenas hijas (47%). Fueron menos los alumnos que especificaron sobre el proceso (gris claro) al mencionar que el DNA se conforma por una cadena vieja y una nueva (17%) y que como resultado se obtienen dos cadenas de DNA idénticas (5%).

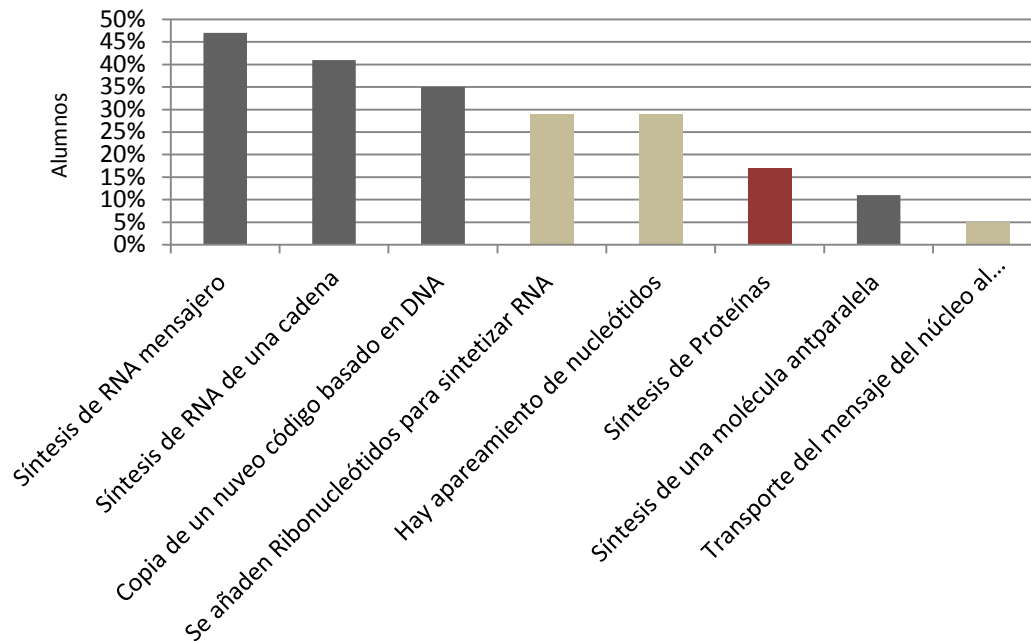
**FUNCIÓN DE LA REPLICACIÓN**



**Gráfico 20.** Función del proceso de Replicación del DNA .

En el Gráfico 20 se puede ver que la mitad del grupo de estudio dijo que la importancia del proceso de Replicación radica en la perpetuación de las especies y el mantenimiento de la vida, mientras que un 32% de los alumnos mencionó que la reproducción y un 18% el crecimiento de los sistemas vivos.

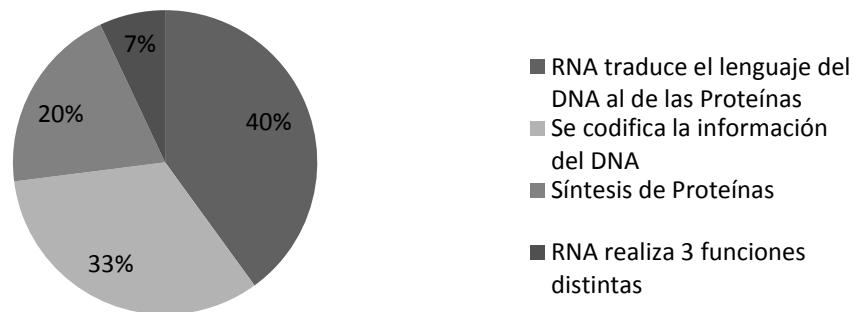
## CONOCIMIENTO SOBRE TRANSCRIPCIÓN



**Gráfico 21.** Representación y descripción del proceso de Transcripción.

En el Gráfico 21 se aprecia que el mayor porcentaje de alumnos dijo que la Transcripción consiste de manera general en la producción o síntesis de RNA (gris oscuro), y también se observa que algunos alumnos representaron aspectos específicos del proceso (gris claro). Erroneamente alrededor de tres alumnos confundieron la Transcripción con la Síntesis de Proteínas (rojo).

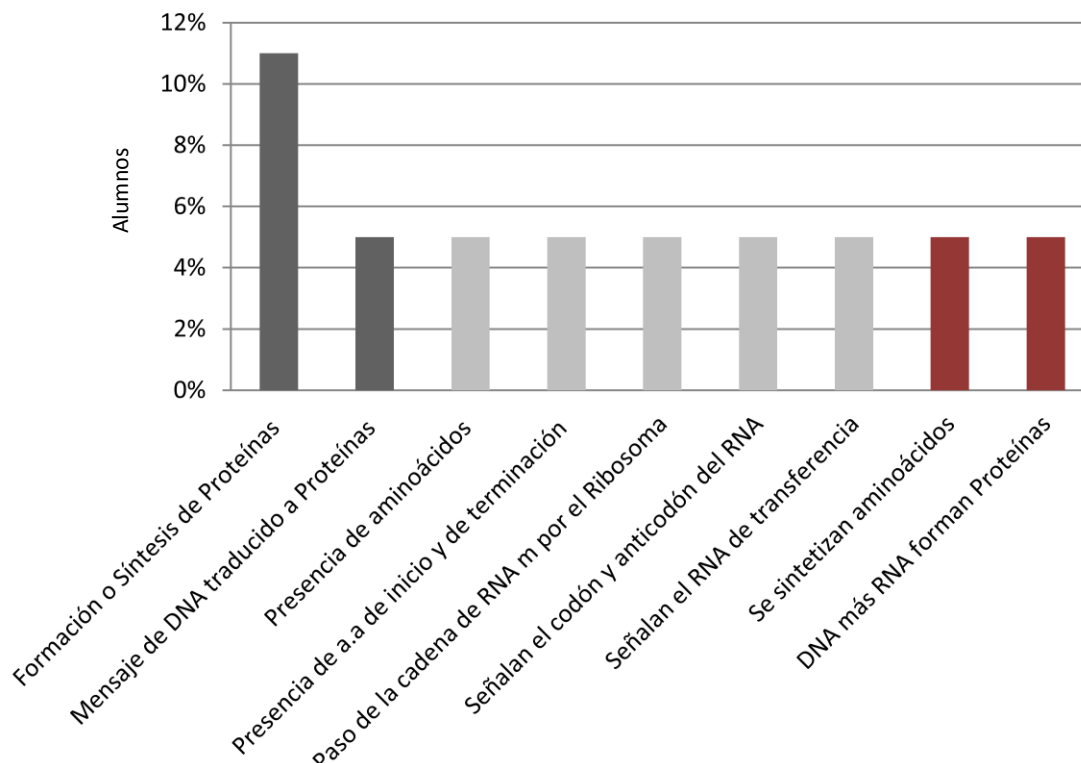
## FUNCIÓN DE LA TRANSCRIPCIÓN



**Gráfico 22.** Función del proceso de Transcripción

En el Gráfico 22 se observa que la mayoría de los alumnos (73%), tuvo claro que la función de la Transcripción consiste en la traducción o codificación del lenguaje del DNA al del RNA, para que este se traduzca posteriormente al lenguaje de las Proteínas, no obstante, un 20% de los alumnos mencionaron de manera poco acertada que la función de la Transcripción es la Síntesis de Proteínas.

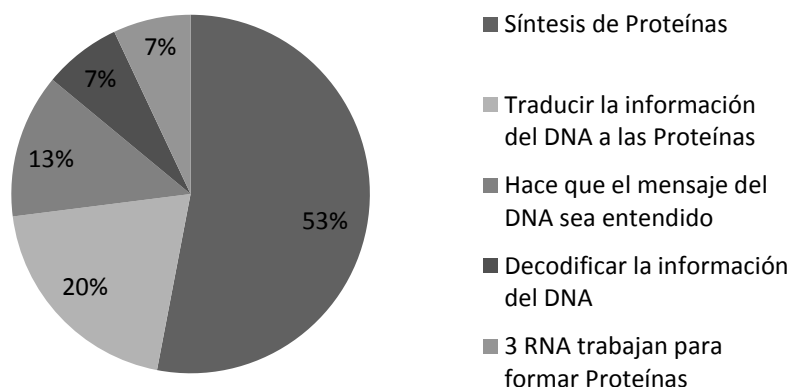
### CONOCIMIENTO SOBRE TRADUCCIÓN



**Gráfico 23.** Representación y descripción del proceso de Traducción.

En el Gráfico 23 podemos ver que en la mayoría de las representaciones elaboradas por los alumnos sobre la Traducción, se señaló que este proceso consiste en la formación o síntesis de Proteínas (gris oscuro), se puede apreciar incluso que algunos alumnos refirieron aspectos específicos del proceso (gris claro). También observamos que pocos alumnos(5%) mostraron confusión con el proceso, pues mencionaron erróneamente que la Transcripción tiene que ver con la síntesis de aminoácidos y con la unión del DNA con RNA para formar Proteínas (rojo).

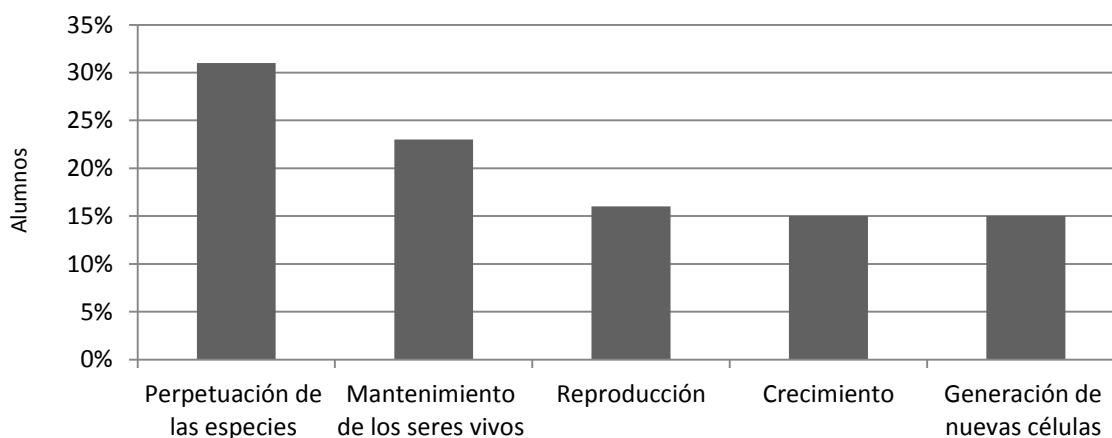
### FUNCIÓN DE LA TRADUCCIÓN



**Gráfico 24.** Función del proceso de Traducción.

En el Gráfico 24 observamos que la principal función que los estudiantes atribuyeron al proceso de Traducción fue la síntesis de Proteínas (53%), el 40% de los alumnos mencionó la decodificación del mensaje del DNA. Uno de los estudiantes aludió a los 3 tipos de RNA para la formación de Proteínas.

### CONOCIMIENTO EN TORNO A LA IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DE REPLICACIÓN, TRANSCRIPCIÓN Y TRADUCCIÓN



**Gráfico 25.** Importancia de los procesos Replicación, Transcripción y Traducción.

En cuanto a la importancia de los tres procesos Replicación, Transcripción y Traducción, se puede ver en el Gráfico 25 que los alumnos asumieron que comprende principalmente dos aspectos: la perpetuación de las especies (31%) y el mantenimiento de los sistemas vivos (23%). El mismo porcentaje de alumnos (16% para cada aspecto) repararon en que la importancia de los procesos mencionados radica en los sucesos de reproducción, renovación celular y crecimiento.

## VII. DISCUSIÓN

Nuestro Software Educativo fue una herramienta que contribuyó al aprendizaje de los temas Replicación, Transcripción y Traducción, según lo expresado por el 94% de los alumnos con quienes se trabajó (Oración 11, Gráfico 2), y de acuerdo al avance en los conocimientos obtenidos tras la intervención didáctica usando el Software. Con este recurso se logró en su mayoría la comprensión de los aspectos generales sobre los procesos que conforman el DCBM, y en relación a su importancia en la conservación de los sistemas vivos (Gráfico 20, 22, 24 y 25). Así mismo hubo un enriquecimiento conceptual en torno a los temas de interés (Gráfico 3).

No obstante y al respecto de lo antes expuesto tras haber empleado la estrategia didáctica con el uso del SE, notamos una disminución en el número de alumnos que dijeron conocer el término Proteína (Gráfico 3), aun cuando después de la intervención la mayoría de estos jóvenes contestaron adecuadamente sobre la importancia de esta molécula para los sistemas vivos y en torno a su conformación (Gráfico 13 y 15). Esto se atribuye a que provocamos confusión en los alumnos, quienes tienen ideas previas arraigadas sobre el aporte energético de las Proteínas, y sobre su papel en la nutrición de los sistemas vivos, como se puede corroborar con lo que mencionaron dos de los alumnos, aun después del uso del SE (Gráfico 13).

El beneficio logrado con nuestro SE, se atribuye a que fue elaborado a partir de una metodología constituida para tal fin como lo recomienda Cataldi (1999), la cual fue seleccionada por considerar y permitir la sinergia entre los aspectos técnicos y pedagógicos, dado que otras metodologías separan ambos aspectos, o bien enfatizan solo en uno de ellos descuidando al otro.

Se propone además que el logro obtenido se debió a que como lo menciona Brito (2009), nos encontramos inmersos en la era de la información, lo que provoca que los jóvenes asimilen mejor el conocimiento proveniente de medios informáticos como el SE, dado que lo toman con mayor familiaridad. Ello se puede constatar en este estudio (Apartado Fase I. Características de la población de estudio), donde se muestra que todos los alumnos dijeron contar con algún recurso tecnológico de su pertenencia y acceso a Internet, a excepción de un joven.

El aspecto más favorecedor del SE fue la motivación que generó (Oración 1,2, 3 y Gráfico 2), lo que desde nuestra perspectiva se debió a que promovió el accionar de los alumnos, dado que tenían que recurrir al SE para seguir la clase y contestar los productos de la sesión, y a la incorporación de medios variados (auditivos y visuales estáticos y dinámicos).

Al respecto de lo anterior enfatizamos en que este material estuvo mayormente integrado por imágenes, las cuales según lo expresaron los alumnos, los motivaron e interesaron por su atractivo, habiendo contribuido con ello a su comprensión de los procesos biológicos de

interés (Oración 4 y 5, Gráfico 2), pese a que los alumnos tendieron hacia un estilo de aprendizaje auditivo y kinestésico (Gráfico 1). Así mismo reconocemos que con el apoyo de las imágenes los alumnos pudieron tener acceso a fenómenos del mundo biológico imposibles de observar, lo que probablemente facilitó como lo dice Vázquez, (1999) la elaboración de imágenes mentales sobre los conceptos y procesos abstractos.

El SE también fue una adecuada herramienta para la enseñanza, dado que como ya se mencionó, contribuyó a tener la atención de los alumnos, contuvo información precisa que permitió trabajar para alcanzar los objetivos educativos planteados en el programa, y fue útil por estar destinado al nivel educativo con que se trabajó; de tal manera que incluso uno de los alumnos expresó que este material fue como el libro de la clase (Figura 5). Además el SE permitió optimizar el tiempo al presentar la información de forma sencilla y precisa, según lo mencionaron los alumnos (Figura 5), lo cual es de suma importancia si consideramos que el programa del CCH destina solo 35 horas para la impartición de 13 temas complejos, por el nivel de abstracción requerido para su comprensión (Homeostasis, Metabolismo, Fotosíntesis, Fermentación y Fases del Ciclo celular “mitosis y meiosis”).

El recurso informático además ayudó a que el docente planteara el orden de la secuencia de los contenidos con base a la sucesión de los hechos científicos, generando que la información se presentara contextualizada. Esto con la finalidad de evitar conocimientos aislados que impidieran a los alumnos reflexionar al menos un poco sobre la naturaleza del quehacer científico (Mora, 1997). Ante la parte histórica mencionaron algunos de los alumnos que les dio claridad sobre cómo se dieron los descubrimientos, y entendimiento sobre el por qué se pensaba de cierta forma (Figura 6). Por tanto en este estudio se detectó que la mayoría de los alumnos se pronunciaron a favor de incorporar la parte histórica al SE (Oración 12, Gráfico 2).

Cabe mencionar que además el SE contribuyó a homogenizar la clase como lo Fuentes (2005), y además permitió que aquellos alumnos que no comprendieran un contenido, pudieran regresar a revisarlo.

Desafortunadamente también detectamos algunas fallas en nuestro SE, como fue la confusa disposición de los botones, según lo expresaron los alumnos (Oración 7, Gráfico), lo que limita el empleo del Software sin asesoría, restringiendo con ello su uso fuera del aula. También hubo ausencia de actividades de aprendizaje variadas y atractivas (nos limitamos a la elaboración de cuestionarios y esquemas), y una interactividad pobre con el SE, provocado por la ausencia de juegos o actividades de evaluación (Debilidades del SE, Figura 7), por lo que reconocemos que pasamos por alto una de las premisas fundamentales del Constructivismo, dirigir al alumno hacia la construcción del conocimiento con base a la acción y al error (Gross, 2001). Así mismo se detectó la falta de hipervínculos que pudieran llevar a los alumnos a explorar otras fuentes de información en la red, lo que es importante

dado que estos materiales pueden guiar al alumno evitando el acceso a contenidos de escaso valor pedagógico.

## **VIII. CONCLUSIÓN**

Nuestro Software Educativo:

- Fue un recurso didáctico adecuado para la enseñanza y aprendizaje de temas de alta complejidad, al construirse siguiendo una metodología que considera aspectos técnicos y pedagógicos, y emplearse bajo una estrategia didáctica particular (con un enfoque constructivista e histórico).
- Apoyó a alcanzar los objetivos educativos establecidos en el Plan de Estudios del CCH.
- Fungió particularmente como agente motivador por los elementos visuales que contiene, y por ser un recurso tecnológico con el que los jóvenes tuvieron mayor apertura y se sintieron familiarizados.

## **RECOMENDACIONES**

El Software Educativo para la enseñanza del DCBM:

- Debe emplearse junto con otros recursos didácticos que potencien su alcance y los beneficios educativos que brinda.
- Debe ser mejorado en la distribución de los botones e interactividad, para lo cual puede ayudar la incorporación de juegos, ejercicios, mayor número de vínculos y pruebas de evaluación.
- Podría ser enriquecido con un instructivo destinado a los jóvenes, para facilitar su uso y permitir su empleo sin asesoría docente, en cualquier momento y lugar.

Con este estudio se demuestra que los docentes podemos elaborar materiales propicios acordes al desarrollo tecnológico, los requerimientos de nuestros alumnos y a los objetivos educativos que se quieren alcanzar, y que los resultados obtenidos dependerán no solo del material, sino del uso que se haga del mismo y de la manera en que se utilice en cada situación como lo cita Marques (2000). Por ello se exhorta a los docentes investigadores a continuar realizando ensayos en el diseño e implementación de SE a nivel Bachillerato, para integrarlos en sus estrategias didácticas.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, A., Gallego, D. (1997) Multimedia. En Cataldi, Z. (2000) *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación del software educativo*. Tesis para obtener el título de Magíster en Informática. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.

Álvarez, P. J. A. (2010) Evaluación del Software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, como recurso didáctico. *Tesis de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior*. UNAM. México.

Barberá. et. al. (2001). La incógnita de la educación a distancia. En González, M. I. (2011) *El Constructivismo. Teoría pedagógica para una propuesta didáctica sustentada en las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC)*. AAPAUNAM. 3(2):83-87.

Castro, M. R. (2008) Dificultades en la construcción de conocimientos en las Ciencias Naturales. *Tesis de Doctorado en Educación*. Universidad de los Andes. Colombia.

Cataldi, Z. (2000) *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación del software educativo*. Tesis para obtener el título de Magíster en Informática. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.

. Cataldi, Z., Lage, F., Pessacq, R., García, M. (1999) Revisión de Marcos Teóricos Educativos para el Diseño y Uso de Programas Didácticos. Recuperado el 22 de febrero del 2017 de [www.iidia.com.ar/rgm/.../c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf](http://www.iidia.com.ar/rgm/.../c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf).

Chevallard, Y. (1991) La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. En: Brito, M. A., Jara, C. S., Larenas, C. V. (2009) *El software educativo en el aula*. *Tesis de Licenciatura en Educación*. Universidad de Valencia. España.

Claxtón, G. (1994). Educar mentes curiosas. En: Niedo, J., Macedo, B. (1997) *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. México: Ed. Biblioteca del Normalista.

Conant, J. B. (1947) On Understanding Science. En: Garritz, A. (2010) *La Historia como una herramienta para promover el aprendizaje*. *Educ. quím.* 21(4):266-269.

Contreras (2003) El Ingeniero en Sistemas en la elaboración del software educativo. En: Quintero, H., Portillo, Luque, R., González, M. (2005) *Desarrollo del Software educativo: Una propuesta metodológica*. *TELOS. Revista de Estudios Disciplinarios en Ciencias Sociales*. 7(3): 383-393.

Dedes, C., Ravanis, K. (2009) History of Science and Conceptual Change: The Formation of Shadows by Extended Light Sources. En: Garritz, A. (2010) La Historia como una herramienta para promover el aprendizaje. *Educ. quím.* 21(4):266-269.

Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (2016) Plantel Azcapotzalco. Recuperado el 22 de febrero del 2017 de <http://www.cch.unam.mx/azcapotzalco>.

Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (2016) Programas de Estudio 2016. Recuperado el 22 de febrero del 2017 <http://www.cch.unam.mx/programasestudio2016>.

Fuentes, L. Villegas, M. I. (2005) Software educativo para la enseñanza de la Biología. *Opción.* 21(47): 82-100.

Gagliardi, R. (1988) Como utilizar la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias.* 6(3): 291-296.

Galvis, P.A. (1992) Ingeniería del Software Educativo. (3ª ed). Colombia: Uniandes. Universidad de los Andes, Santa Fé de Bogotá.

Goldberg, M. F. (1991) Portrait de Seymour Papert. En: Cataldi. et. al. (1999) Revisión de Marcos Teóricos Educativos para el Diseño y Uso de Programas Didácticos. Recuperado el 22 de febrero del 2017 de [www.iidia.com.ar/rgm/.../c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf](http://www.iidia.com.ar/rgm/.../c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf).

Guerrero, Z. Tivisay, M., Flores, H., Hazel, C. (2009) Teorías del Aprendizaje y la instrucción en el diseño de materiales didácticos informáticos. *Educere.* 13 (45):317-329.

Iñiguez, P. F. J. (2005) La Enseñanza de la Genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. *Tesis Doctoral en Didáctica de las Ciencias.* Universidad de Barcelona. España.

Izquierdo, M. A. (1994) ¿Cómo contribuye la Historia de las Ciencias en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de las Ciencias? *Aula de Innovación Educativa.* 27.

Johnstone, A. H., Mahmoud, N. A. (1980) Isolating Isolating topics of high perceived difficulty in school biology. En: Iñiguez, P. F. J. (2005). La Enseñanza de la Genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. *Tesis Doctoral en Didáctica de las Ciencias.* Universidad de Barcelona. España.

Jonassen, D. (1999) El Diseño de entornos constructivistas de aprendizaje. En Guerrero, T., Flores, H. (2009) Teorías del Aprendizaje y la Instrucción en el Diseño de Materiales Didácticos Informáticos. *Artículos arbitrados.* 13(45): 317-329.

Lakatos. L. (1983) La metodología de los programas de investigación científica. En: Martínez, N. F. et. al. (S/A) La Historia de la Ciencia en los currículos oficiales: Implicaciones para la formación del profesorado. [Versión electrónica] Universidad de las Palmas de la Gran Canaria. España.

Lide, T. I. (2013) Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la Biología Celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual. *Tesis de Licenciatura en Biología*. Universidad del País Vasco. España.

Marqués, G. P. (1995). Software educativo: guía de uso, metodología de diseño. Barcelona. Ed. Estel.

Marqués, G. P. (1998) La evaluación de los programas didácticos. *Comunicación y Pedagogía*. (149): 53-58.

Marqués, G. P. (2000). Impacto de las TIC en educación: funciones y limitaciones. Recuperado el 11 de febrero del 2017 de <http://peremarques.pangea.org/siyedu.htm>.

Martínez, N. F. et. al. (S/A) La Historia de la Ciencia en los currículos oficiales: Implicaciones para la formación del profesorado. [Versión electrónica] Universidad de las Palmas de la Gran Canaria. España.

Matthews, M. R. (1991) Un lugar para la Historia y la Filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*. 11(12): 141-155.

Mediavilla, M. S. (2012). La máquina de Skinner. Recuperado el 12 de marzo del 2017 de <http://www.grupocolumbus.org/2012/08/la-maquina-de-skinner.html>.

Montero, J. (6 de septiembre del 2012) La máquina de enseñar de Skinner. [Archivo de Video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NJzu-RKpepc>.

Mora, P. W. M. (1997). Naturaleza del conocimiento científico e implicaciones didácticas. *Revista educación y pedagogía*. En: Guridi, V. et. al. (2004). Historia y Filosofía de las Ciencias en la Educación Polimodal: Propuesta para su incorporación en el aula. *Ciencia y Educación*. 10 (3): 307-316.

Moreno, G. M. (S/A) Modelos de proceso del software. España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca.

Nieda, J., Macedo, B. (1997) Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. México: Ed. Biblioteca del Normalista.

Pantoja, C. J., Covarrubias, P. P. (2013) La enseñanza de la Biología en el Bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles educativos*. 35(139): 93-109.

Peggy, A. et. al. 1993. Conductismo, cognitivismo y constructivismo: Una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. *Performance Improvement Quarterly*. 6(4): 50-72.

Peralta, C. A. et. al. (2010) Diseño Instruccional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje desde una perspectiva Constructivista. Alfabetización mediática y culturas digitales.

Piaget. J. (1970) Genetic epistemology. En: Matthews, M. R. (1991) Un lugar para la Historia y la Filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*. 11(12): 141-155.

Quintero, H., Portillo, L., Luque, R., González, M. (2005). Desarrollo del software educativo: una propuesta metodológica. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*.7(3): 383-396.

Quiroz, E. M. (2012) Evaluación de un software educativo para la enseñanza del tema “Procesos de Reproducción”, en el Programa de Biología I de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. . *Tesis de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior*. UNAM. México.

Rocha, V. A., Rojas, M. L. (2010) Educación científica y participación ciudadana. Congreso Iberoamericano de Educación. Argentina.

Sánchez, I. J. (2004) Bases Constructivistas para la integración de las TICs. *Revista Enfoques educacionales*. (6)1: 75-89.

Santos, U. R. (1999) Informática y las Teorías del Aprendizaje. *Revista de Medios y Educación*. 12: 87-100.

Smith, M. U. (1988) Successful and unsuccessful problema solving in classical genetic pedigrees. En: Iñiguez, P. F. J. (2005) La Enseñanza de la Genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. *Tesis Doctoral en Didáctica de las Ciencias*. Universidad de Barcelona. España.

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007) El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la Ciencia: Implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias experimentales y sociales*. (21): 91-117.

Squires, D. Mc Dougall, A. (1994) Cómo elegir y utilizar software educativo. En: Cataldi, Z. (2000) *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación del software educativo*. Tesis para obtener el título de Magíster en Informática. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.

Trilla, J. et. al. (2007) El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI. (4<sup>a</sup> ed.) Barcelona: Grao.

Umaña, M. A. C. (2009) Consideraciones pedagógicas para el diseño instruccional constructivista. *Innovaciones educativas*. 11(16): 1-18.

Urones, J. C. (1998) La introducción de la Historia de la Ciencia en la formación inicial de los maestros. *Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*. 10: 265-274.

Vázquez, 1997. La cultura de la imagen. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*. España. (12): 221-234 p.

Zamarro, M. J. (2011) Las nuevas tecnologías en la enseñanza de las ciencias: propuestas prácticas para educación secundaria. Bogotá: Ediciones de la U.

# X. ANEXOS

## ANEXO 1. Guía del docente

### CUÉNTAME LA HISTORIA

#### i. ¿Cómo es que los caracteres pasan de una generación a la siguiente?

*Desde hace mucho tiempo el hombre ya se había percatado que dentro de un grupo de organismos las características solían pasarse generación tras generación con algunas variaciones.*

Durante la segunda mitad del siglo XIX, la herencia se estudiaba a partir de lo que se conocía como "Hibridización". La Hibridología consistía en cruzar dos individuos y analizar su descendencia para obtener datos experimentales acerca de la herencia de ciertas características. Desafortunadamente dichos experimentos no rindieron frutos por dos razones:

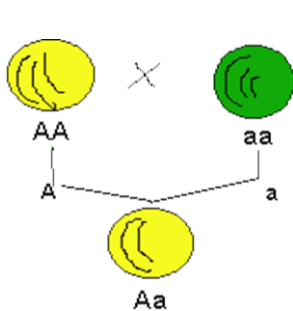
- 1) Se trabajaba con características muy complejas.
- 2) Hacían falta datos numéricos y pruebas rigurosamente comprobadas.

#### *Gracias a un monje y unos cuantos chícharos.*

En el año de 1865 apareció en escena un monje austriaco llamado Gregor Mendel quien logró establecer los principios que explican la herencia biológica.

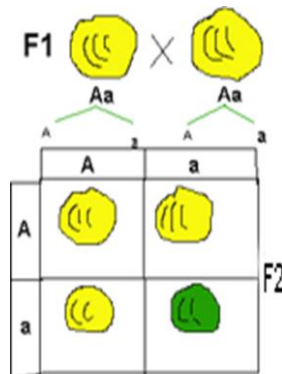
Mendel realizó cruces de plantas de chícharo para poder observar características simples y claramente perceptibles en la descendencia como: el tamaño del tallo, color y textura del chícharo y color de las flores, entre otras.

Dedujo que los caracteres a los que llamó elementos y más tarde se conocerían como genes se heredaban en pares, y que cada nueva planta recibe un elemento de cada progenitor, uno de la madre y otro del padre.



Mendel cruzó a los descendientes de la primera generación. Observa que de 4 descendientes 3 son amarillos y 1 verde. Esta proporción siempre se cumple.

*Y ahora cómo es el par de elementos de cada uno de los descendientes?*



Se observó que los descendientes resultantes de la primera cruce presentaron la característica de uno de los progenitores (color amarillo) Observa y responde:

*¿El par de "elementos" que porta el hijo es exactamente igual al de alguno de los padres?*

#### *Leyes de Mendel*

A partir de las observaciones de Mendel se formularon las siguientes leyes:

1) **Ley de la Segregación:** Los "elementos" o caracteres se separan al formarse los **gametos**.

2) **Ley de la herencia independiente de caracteres:** Cada carácter (ejemplo: el tallo largo o corto de la planta) se transmite independiente de otro carácter (ejemplo: textura de la semilla lisa o rugosa).

#### II. Y ahora qué es y dónde se encuentra aquello responsable de la transmisión de las características de padres a hijos?

Durante los años posteriores a los descubrimientos de Mendel se conocía poco sobre este tema, sin embargo se tenían conocimientos de gran importancia para responder a la pregunta planteada.

#### *La nuez*

Por allá de 1831 el médico y botánico escocés Robert Brown observó gracias al desarrollo de las técnicas de tinción que al interior de las células se hallaba una estructura parecida a una nuez a la que nombró "núcleo" del latín núcúla=nuez.

#### *Una célula procede de otra célula*

En el año de 1838 el alemán Christian Ehrenberg observó que al cortar una célula en dos, solo aquella que contenía el núcleo, podía generar una igual a sí misma.

#### *Los cuerpos coloreados*

En 1841 el botánico suizo Karl Magali observó al interior del núcleo estructuras que se teñían fuertemente con ciertos tintes. Por tal motivo llamó a estas estructuras "cromosomas" de *chromo*=color y *soma*=cuerpo.

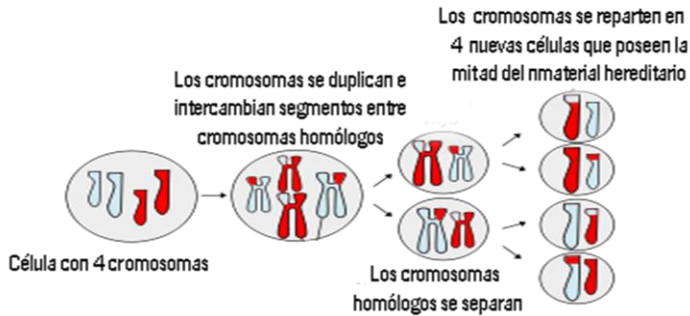
#### *Dos células igualitas*

En el año de 1880 el anatomista Walther Fleming observó que al dividirse las células tomadas de las aletas de salamandra, también se dividía el núcleo. Los cromosomas se dividían en pares y cada unidad pasaba al azar a cada una de las células obtenidas al final del proceso, por lo que el resultado eran dos células idénticas.



Lámina tomada del libro de Fleming. Se observa la división de la célula y distribución del material hereditario en las células hijas.

Con la Fecundación el número de cromosomas se restituye.  
El cigoto que pronto será un nuevo individuo tendrá nuevamente la totalidad de sus cromosomas

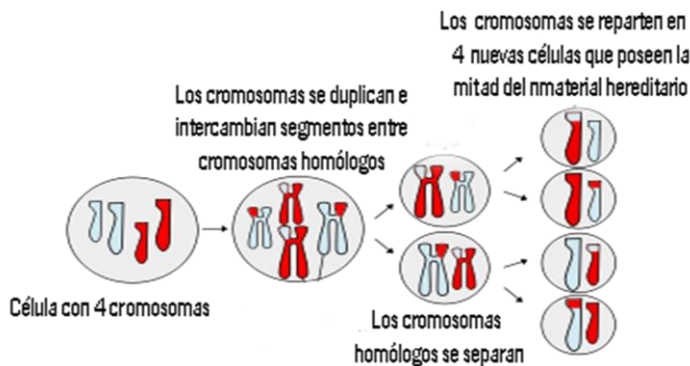


Al proceso de duplicación de una célula se le llamó Mitosis

Las observaciones de Fleming tuvieron gran importancia, pues la Mitosis explicó la forma en la que se originan nuevas células necesarias para los sistemas vivos en crecimiento, reparación de tejidos dañados y reproducción de ciertos organismos unicelulares (reproducción asexual) en la que los descendientes son exactamente iguales a la célula madre.

### Esos gusanos

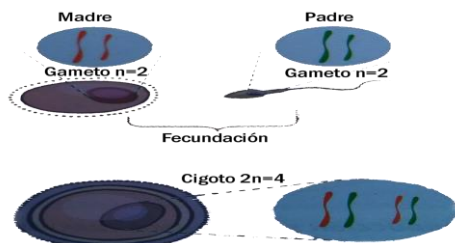
En 1883 el biólogo belga Edouard van Beneden observó que las células sexuales (gametos) de gusano tenían sólo la mitad del material hereditario (2 cromosomas) del presente en el resto de las células del gusano (4 cromosomas).



El proceso por el que se forman células sexuales con la mitad de los cromosomas que en el resto de las células de los organismos se llama Meiosis.

### ¡Uf! de nuevo con todos los cromosomas

August Weismann en 1887 notó que la fusión de las células sexuales tenía como resultado una nueva célula, que daría lugar a un nuevo ser. El nuevo individuo tendría un número completo de cromosomas.



Como habrás notado los experimentos mencionados ayudaron a deducir que los cromosomas portaban los "elementos" de Mendel que se transmitían de padres a hijos.

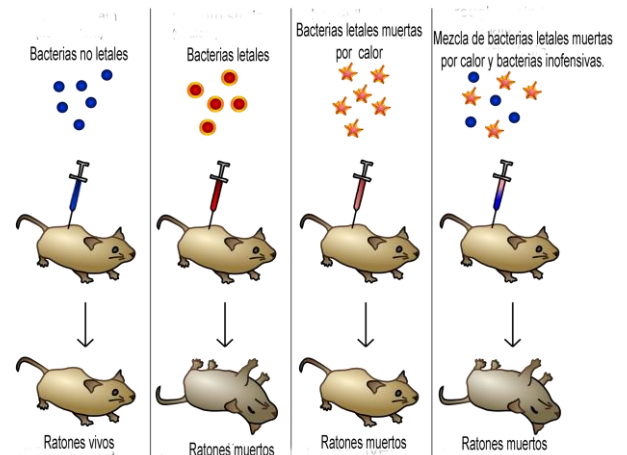
### Teoría cromosómica de la herencia

En 1902 se genera la Teoría cromosómica de la herencia donde se establece que los "elementos" -genes- de los que Mendel hablaba formaban parte de los cromosomas.

### III. Entonces... ¿Cuál es el componente químico portador de la información genética que se transmite de una generación a la siguiente?

Los siguientes experimentos contribuyeron a desenmarañar este misterio.

En 1928 el genetista británico Frederick Griffith al encontrarse trabajando en la búsqueda de una cura contra la neumonía causada por algunas bacterias observó lo siguiente:



Las bacterias inofensivas se han transformado en letales al combinarse con bacterias letales muertas.

Griffith contaba con neumococos de dos tipos: Los que enfermaban y mataban a los ratones (poseedoras de una cápsula que las protegía de las defensas del ratón) y aquellas que no enfermaban ni mataban a los ratones (no poseían cápsula protectora). Se le ocurrió matar con calor a las bacterias que enfermaban a los ratones y posteriormente mezclar estas bacterias muertas con las que no provocaban daño e inyectarlas a los ratones. Los resultados, las antes inofensivas bacterias ahora mataban a los ratones. Había algo que se había pasado de las bacterias muertas a las inofensivas ¿qué era?



## ¿Será el DNA o las Proteínas?

### ***Esa molécula extraña***

En 1869 fue descubierta por Friedrich Miescher en la pus que sale de tus heridas una sustancia azucarada ligeramente ácida a la que se le llamó Ácido Desoxirribonucleico conocido como ADN y en inglés como DNA.

### ***Ciertamente está en los cuerpos coloreados***

En 1914 Robert Fuelleborn demostró al utilizar un colorante con fuerte atracción por el DNA, que este se encuentra en los cromosomas y está presente en todas las células.

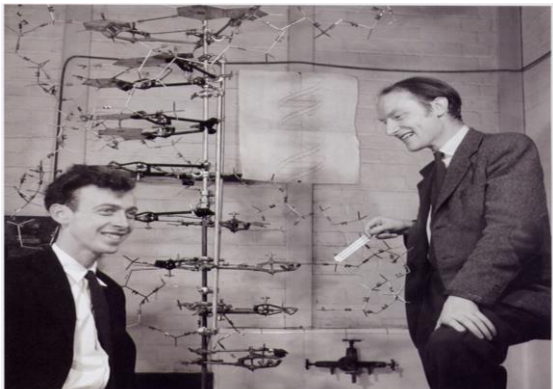
### ***Cuatro buenas razones***

El químico austriaco Erwin Chargaff en 1949 determinó que las 4 moléculas llamadas bases nitrogenadas que conformaban el DNA y que fueron descubiertas anteriormente: Adenina (A), Guanina (G), Citosina (C) y Timina (T) se presentaban de la siguiente forma: el número de A=T y la cantidad de G=C.

### ***El súper poder de los rayos X***

En 1953 los físicos Maurice Wilkins y Rosalind Franklin a partir de fotografías tomadas con rayos X ayudaron a descubrir que el DNA era algo así como una escalera retorcida.

### ***Un par de genios***



A la izquierda Watson y a la derecha Crick. Ambos posando junto con la construcción de su modelo de la molécula de DNA.

Dos jóvenes **investigadores**, el estadounidense James Watson y el británico Francis Crick en el año de 1953 publicaron en una importante revista de investigación científica llamada Nature el primer modelo de la estructura del DNA a partir de los siguientes datos conocidos:

- La molécula era una cadena muy larga y delgada.
- Las pares de bases nitrogenadas se repetían a lo largo de la cadena.
- La estructura del DNA podía tener forma de hélice.
- La cantidad de Adenina=Timina y G=C.

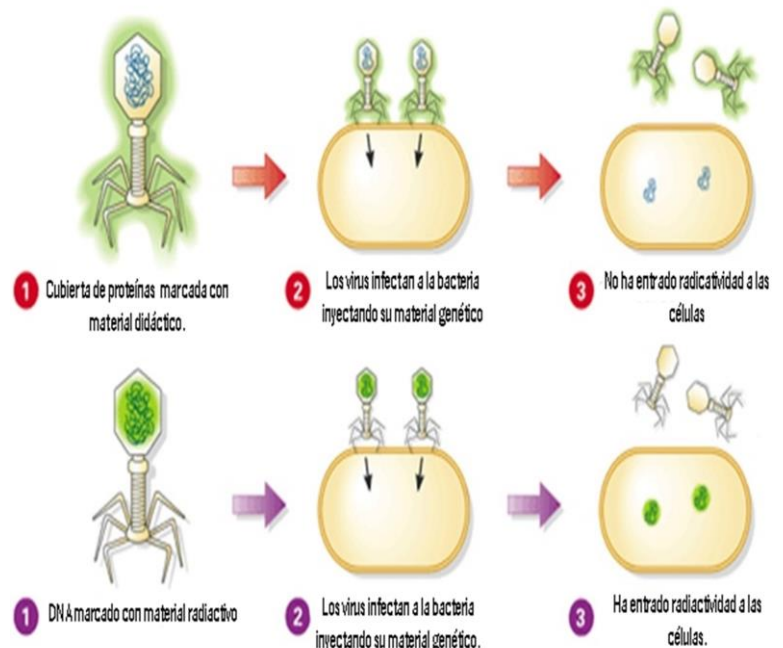
### ***Lo complejo no siempre es mejor***

Durante años no se pudo establecer si el DNA era la sustancia responsable de la herencia u otras moléculas candidatas que también se encontraban en los cromosomas llamadas Proteínas.

El conocer la sencillez de la conformación de la molécula de DNA con sus pobres cuatro bases nitrogenadas hizo suponer que no podía contener toda la información requerida para generar sistemas tan complejos como lo eres tú. Parecía que las Proteínas debido a su constitución (veinte aminoácidos distintos) eran las mejores candidatas.

### ***Materiales radiactivos***

En el año de 1952 Alfred D. Hershey y Martha Chase realizaron un experimento que consistió en marcar radiactivamente las Proteínas que conforman la cubierta externa de los virus y su DNA, con el fin de identificar la molécula responsable de infectar a las bacterias. Los resultados demostraron que las Proteínas habían permanecido fuera de la bacteria, mientras que el DNA se había introducido en esta y posteriormente había pasado a formar parte de los nuevos virus generados al interior de la bacteria infectada. Los nuevos virus se multiplicaron a



El material radiactivo ayudó a observar que el DNA era la molécula responsable de la herencia.

## **IV. Y ahora ¿de qué manera el DNA puede replicarse y transmitirse a la descendencia?**

### ***Cada cadena con su pareja***

Watson y Crick dieron respuesta a esta pregunta. Según su modelo las cadenas del DNA se mantienen unidas por complementariedad de Adenina con Timina y Guanina con Citosina. Por ello la formación de una nueva molécula suponía la separación de las cadenas del DNA con el fin de que cada



una fuera un molde que sirviera para la generación de nuevas cadenas que las complementarían.

### V. ¿Existe relación entre DNA y Proteínas?

#### **Una relación...**

En 1941 los bioquímicos Beadle y Tatum notaron que al producir una alteración por radiación en el DNA del hongo que has visto crecer en el pan, se provocaba que el hongo dejara de generar una enzima normalmente producida por este.

Con el experimento anterior se estableció que existe una relación entre un gen y una enzima, aunque la relación correcta en realidad es un gen una cadena polipeptídica.

#### Sólo queda pendiente una cuestión

#### ¿Cómo pasa la información contenida en el código del DNA al de las Proteínas?

#### **De un idioma a otro**

En el año de 1961 el investigador antes mencionado Francis Crick y sus colaboradores dedujeron el Código Genético, es decir la forma en la que es traducido el alfabeto del DNA (cuatro bases nitrogenadas) al alfabeto de las Proteínas (formado por la combinación de veinte aminoácidos).

1. Nótese que en esta guía se disponen 5 interrogantes (I-V), las cuales nos orientarán en la enseñanza de los temas: Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas. Dichas preguntas se plantearán a los alumnos al inicio de cada clase con la intención de interesarlos y guiarlos en la construcción de su aprendizaje: desde el gen hasta la formulación del Dogma Central de la Biología Molecular.

2. Después de cada pregunta usted encontrará en este documento una breve lectura sobre los acontecimientos del pasado que contribuyeron a dar respuesta a las interrogantes planteadas. Con esto sabrá el orden de los sucesos, lo que le dará una noción de los conceptos acuñados relacionados con la Biología Molecular y los procesos biológicos elucidados a lo largo de la Historia.

3. La forma en la que se espera haga uso del Software Educativo es la siguiente:

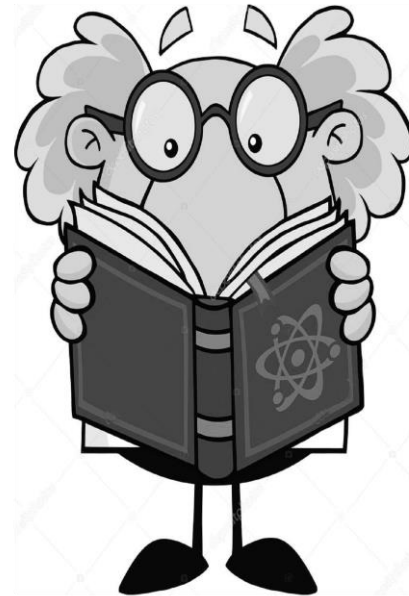
-Una vez que plantea la pregunta detonadora, revisa junto con los alumnos las observaciones y experimentos dentro del Software, donde se brinda información, (la misma que usted tiene en esta guía) que ayudará a los alumnos a responder a la interrogante propuesta.

-Al revisar paulatinamente los acontecimientos del pasado, se busca que usted y sus alumnos paralelamente exploren el Software y verifiquen con mayor precisión sobre las

estructuras y procesos implicados en los "descubrimientos" de los personajes que se mencionan.

-Se espera que lleve a sus alumnos en el dominio del lenguaje más básico necesario, hasta la comprensión de los procesos que constituyen el Dogma Central de la Biología Molecular, además de aprender sobre la construcción del conocimiento científico a lo largo de la Historia.

## GUÍA PARA EL DOCENTE



La presente guía sirve para orientar al docente en la secuencia que se sugiere seguir al tratar el tema del Dogma Central de la Biología Molecular: Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas, apoyándose en el Software Educativo construido para dicho fin.

## ANEXO 2. Pre-Test

**Instrucciones.** Lee con atención las siguientes preguntas y responde. Recuerda que dicho cuestionario servirá para explorar los conocimientos con que cuentas sobre los temas Replicación del DNA y Síntesis de Proteínas.

### I) Marca con una X los términos que conozcas.

- Herencia
- DNA
- RNA
- Gen
- Cromosoma
- Célula
- Proteína
- Código Genético
- Replicación del DNA
- Traducción del DNA
- Transcripción del DNA
- Síntesis de Proteínas
- Dogma Central de la Biología Molecular

### II) Lee detenidamente y responde con calma las siguientes preguntas.

1. ¿Por qué dentro de una población gran parte de los descendientes poseen características semejantes a las de sus progenitores? \_\_\_\_\_

2. Has escuchado la frase *"lo lleva en la sangre"*, para denotar que alguien posee características propias de sus familiares. ¿Esta frase es correcta? ¿La información que se hereda y hace que poseamos ciertas características está contenida en la sangre? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿Dónde? \_\_\_\_\_

3. Piensa en tu color de ojos ¿dónde se encuentra la información que ha determinado que poseas dicho color de ojos?

- La sangre
- Todas y cada una de mis células.
- Sólo en algunas células. ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

4. Como sabes, al sufrir una lesión leve en la piel al cabo de un breve tiempo el tejido se recupera, y a penas notas que hubo daño. ¿Cómo explicarías a nivel de las células, la forma en la que sanó el tejido dañado?

5. ¿Qué es el DNA y dónde lo encontramos en los sistemas vivos? \_\_\_\_\_

6. ¿Quiénes poseen DNA?

- Todos los sistemas vivos
- Productos como cremas o medicamentos
- Sólo algunos sistemas vivos que son los siguientes:  
\_\_\_\_\_

-Otros(s) \_\_\_\_\_

7. ¿Cuál es la función del DNA en los sistemas vivos?

\_\_\_\_\_

8. ¿Qué es un gen y dónde los encontramos en los sistemas vivos? \_\_\_\_\_

9. ¿Quiénes tienen genes?

- Todos los sistemas vivos
- Sistemas vivos con los que llevan a cabo experimentos genéticos.
- Sólo algunos sistemas vivos que son los siguientes:  
\_\_\_\_\_

-Otro(s) \_\_\_\_\_

10. ¿Cuál es la función de los genes en los sistemas vivos? \_\_\_\_\_

11. ¿Qué son las Proteína y dónde se encuentran en los sistemas vivos? \_\_\_\_\_

12. ¿Quiénes poseen Proteínas?

- Todos los sistemas vivos
- Sólo algunos alimentos y suplementos alimenticios
- Sólo algunos sistemas vivos que son los siguientes:  
\_\_\_\_\_

-Otro(s) \_\_\_\_\_

13. ¿Cuál es la función de las Proteínas en los sistemas vivos?

\_\_\_\_\_

14. Gil es vegano, por lo que no consume productos de origen animal ricos en Proteínas. ¿Será que Gil tiene menos Proteínas en su cuerpo por la dieta que lleva?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

15. ¿Consideras que existe una relación estrecha entre el DNA y Proteínas? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

16. Una pareja ha decidido someterse a una cirugía para afinar sus anchas narices. Si dicha pareja procreara un hijo, ¿este adquiriría la nueva característica de los padres, tendría una nariz delgada? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué?  
\_\_\_\_\_

17. Dibuja una molécula de DNA.

18. Dibuja la forma en la que consideras luce una Proteína.

### ANEXO 3. Características sociodemográficas de los alumnos.

**Instrucciones.** Lee con atención y contesta o marca las opciones que consideres.

-Edad: \_\_\_\_\_. Género \_\_\_\_\_.

-Vivo con:

- a) Ambos padres
- b) Sólo uno de mis padres. ¿Quién? \_\_\_\_\_.
- c) Otro familiar
- d) Con mi pareja
- e) Otro

Municipio/Delegación donde vivo: \_\_\_\_\_.

-Cuento con:

(Puedes elegir más de una opción)

- Internet en casa
- Computadora en casa
- Computadora portátil
- Tablet de mi pertenencia
- Ipad de mi pertenencia
- Celular inteligente de mi pertenencia

-Mi materia favorita es: \_\_\_\_\_.

-La materia que menos me gusta es: \_\_\_\_\_.

-La materia de Biología:

- a) Me agrada
- b) No me agrada
- c) Ni me agrada ni me desagrada

-Define en una sola palabra lo que es la Biología \_\_\_\_\_.

-¿Qué carrera o profesión me gustaría elegir?

\_\_\_\_\_.

-¿Me agrada la Tecnología? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

-¿Por qué? \_\_\_\_\_.

-¿Cuántas horas pasas al día frente a la computadora?

\_\_\_\_\_.

-De las horas que pasas frente a la computadora ¿Cuántas empleas para estudiar o hacer tareas de la escuela? \_\_\_\_\_.

-Cuándo investigas o quieres aprender sobre un tema visto en la escuela, recurres a la computadora para buscar en: (Puedes elegir más de una opción y numerarlas en orden de uso):

- a) Videos ( )
- b) Audios ( )
- c) Páginas como Wikipedia ( )
- d) Portales como el del CCH. ( )
- d) Artículos científicos ( )
- d) Juegos interactivos ( )

-¿Has empleado algún programa o software de computadora cuyo contenido sea algún tema escolar? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_.

Si has hecho uso de este recurso, ¿consideras que te ha ayudado en tu aprendizaje? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_.

¿Por qué? \_\_\_\_\_.

## ANEXO 4. Test VAK

**Instrucciones.** Elige una opción con la que más te identifiques de cada una de las preguntas:

1. ¿Cuál de las siguientes actividades disfrutas más?
  - a) Escuchar música
  - b) Ver películas
  - c) Bailar con buena música
  
2. ¿Qué programa de televisión prefieres?
  - a) Reportajes de descubrimientos y lugares
  - b) Cómic y de entretenimiento
  - c) Noticias del mundo
  
3. Cuando conversas con otra persona, tú:
  - a) La escuchas atentamente
  - b) La observas
  - c) Tiendes a tocarla
  
4. Si pudieras adquirir uno de los siguientes artículos, ¿cuál elegirías?
  - a) Un jacuzzi
  - b) Un estéreo
  - c) Un televisor
  
5. ¿Qué prefieres hacer un sábado por la tarde?
  - a) Quedarte en casa
  - b) Ir a un concierto
  - c) Ir al cine
  
6. ¿Qué tipo de exámenes se te facilitan más?
  - a) Examen oral
  - b) Examen escrito
  - c) Examen de opción múltiple
  
7. ¿Cómo te orientas más fácilmente?
  - a) Mediante el uso de un mapa
  - b) Pidiendo indicaciones
  - c) A través de la intuición
  
8. ¿En qué prefieres ocupar tu tiempo en un lugar de descanso?
  - a) Pensar
  - b) Caminar por los alrededores
  - c) Descansar
  
9. ¿Qué te halaga más?
  - a) Que te digan que tienes buen aspecto
  - b) Que te digan que tienes un trato muy agradable
  - c) Que te digan que tienes una conversación interesante
  
10. ¿Cuál de estos ambientes te atrae más?
  - a) Uno en el que se sienta un clima agradable
  - b) Uno en el que se escuchen las olas del mar
  - c) Uno con una hermosa vista al océano
  
11. ¿De qué manera se te facilita aprender algo?
  - a) Repitiendo en voz alta
  - b) Escribiéndolo varias veces
  - c) Relacionándolo con algo divertido
  
12. ¿A qué evento preferirías asistir?
  - a) A una reunión social
  - b) A una exposición de arte
  - c) A una conferencia
  
13. ¿De qué manera te formas una opinión de otras personas?
  - a) Por la sinceridad en su voz
  - b) Por la forma de estrecharte la mano
  - c) Por su aspecto
  
14. ¿Cómo te consideras?
  - a) Atlético
  - b) Intelectual
  - c) Sociable
  
15. ¿Qué tipo de películas te gustan más?
  - a) Clásicas
  - b) De acción
  - c) De amor
  
16. ¿Cómo prefieres mantenerte en contacto con otra persona?
  - a) por correo electrónico
  - b) Tomando un café junto
  - c) Por teléfono
  
17. ¿Cuál de las siguientes frases se identifican más contigo?
  - a) Me gusta que mi coche se sienta bien al conducirlo
  - b) Percibo hasta el más ligero ruido que hace mi coche
  - c) Es importante que mi coche esté limpio por fuera y por dentro
  
18. ¿Cómo prefieres pasar el tiempo con tu pareja?
  - a) Conversando
  - b) Acariciándose
  - c) Mirando algo juntos
  
19. Si no encuentras las llaves en una bolsa
  - a) La buscas mirando
  - b) Sacudes la bolsa para oír el ruido
  - c) Buscas al tacto

20. Cuando tratas de recordar algo, ¿cómo lo haces?

- a) A través de imágenes
- b) A través de emociones
- c) A través de sonidos

21. Si tuvieras dinero, ¿qué harías?

- a) Comprar una casa
- b) Viajar y conocer el mundo
- c) Adquirir un estudio de grabación

22. ¿Con qué frase te identificas más?

- a) Reconozco a las personas por su voz
- b) No recuerdo el aspecto de la gente
- c) Recuerdo el aspecto de alguien, pero no su nombre

23. Si tuvieras que quedarte en una isla desierta, ¿qué preferirías llevar contigo?

- a) Algunos buenos libros
- b) Un radio portátil de alta frecuencia
- c) Golosinas y comida enlatada

24. ¿Cuál de los siguientes entretenimientos prefieres?

- a) Tocar un instrumento musical
- b) Sacar fotografías
- c) Actividades manuales

25. ¿Cómo es tu forma de vestir?

- a) Impecable
- b) Informal
- c) Muy informal

26. ¿Qué es lo que más te gusta de una fogata nocturna?

- a) El calor del fuego y los bombones asados
- b) El sonido del fuego quemando la leña
- c) Mirar el fuego y las estrellas

27. ¿Cómo se te facilita entender algo?

- a) Cuando te lo explican verbalmente
- b) Cuando utilizan medios visuales
- c) Cuando se realiza a través de alguna actividad

28. ¿Por qué te distingues?

- a) Por tener una gran intuición
- b) Por ser un buen conversador
- c) Por ser un buen observador

29. ¿Qué es lo que más disfrutas de un amanecer?

- a) La emoción de vivir un nuevo día
- b) Las tonalidades del cielo XIII
- c) El canto de las aves

30. Si pudieras elegir ¿qué preferirías ser?

- a) Un gran médico
- b) Un gran músico
- c) Un gran pintor

31. Cuando eliges tu ropa, ¿qué es lo más importante para ti?

- a) Que sea adecuada
- b) Que luzca bien
- c) Que sea cómoda

32. ¿Qué es lo que más disfrutas de una habitación?

- a) Que sea silenciosa
- b) Que sea confortable
- c) Que esté limpia y ordenada

33. ¿Qué es más sexy para ti?

- a) Una iluminación tenue
- b) El perfume
- c) Cierta tipo de música

34. ¿A qué tipo de espectáculo preferirías asistir?

- a) A un concierto de música
- b) A un espectáculo de magia
- c) A una muestra gastronómica

35. ¿Qué te atrae más de una persona?

- a) Su trato y forma de ser
- b) Su aspecto físico
- c) Su conversación

36. Cuando vas de compras, ¿en dónde pasas mucho tiempo?

- a) En una librería
- b) En una perfumería
- c) En una tienda de discos

37. ¿Cuáles tu idea de una noche romántica?

- a) A la luz de las velas
- b) Con música romántica
- c) Bailando tranquilamente

38. ¿Qué es lo que más disfrutas de viajar?

- a) Conocer personas y hacer nuevos amigos
- b) Conocer lugares nuevos
- c) Aprender sobre otras costumbres

39. Cuando estás en la ciudad, ¿qué es lo que más echas de menos del campo?

- a) El aire limpio y refrescante
- b) Los paisajes XIV
- c) La tranquilidad

40. Si te ofrecieran uno de los siguientes empleos, ¿cuál elegirías?

- a) Director de una estación de radio
- b) Director de un club deportivo
- c) Director de una revista

## ANEXO 5. Pos-Test

**Instrucciones.** Lee detenidamente y responde con calma las siguientes preguntas.

Marca con una X los términos que conozcas.

- 1) Herencia
- 2) DNA
- 3) RNA
- 4) Gen
- 5) Cromosoma
- 6) Proteína
- 7) Código Genético
- 8) Mitosis
- 9) Meiosis
- 10) Replicación del DNA
- 11) Traducción del DNA
- 12) Transcripción del DNA
- 13) Síntesis de Proteínas
- 14) Dogma Central de la Biología Molecular

1. ¿Qué es la Herencia Biológica?

\_\_\_\_\_.

2. ¿Qué molécula es portadora de la información hereditaria o genética?

\_\_\_\_\_.

3. ¿Dónde está contenida la información hereditaria?

\_\_\_\_\_.

4. ¿Dónde se encuentra la información responsable de que poseamos ciertas características? Por ejemplo la que determina que tengamos cabello chino o lacio.

-Todas y cada una de nuestras células.

-Sólo en algunas células.

¿Cuáles? \_\_\_\_\_.

Otro(s): \_\_\_\_\_.

5. ¿Cómo sabes al sufrir una lesión leve en la piel al cabo de un breve tiempo el tejido se recupera, y a penas notas que hubo daño. ¿Cómo explicarías la forma en la que sanó el tejido dañado? \_\_\_\_\_.

6. ¿Cuál es el nombre del proceso mediante el cual los sistemas vivos se proveen de nuevas células que servirán para que este crezca? \_\_\_\_\_.

7. ¿Qué sucede con el material hereditario cuando se lleva a cabo el proceso de División Celular?

\_\_\_\_\_.

8. ¿Con qué fin se lleva a cabo la División Celular en los sistemas vivos?

\_\_\_\_\_.

9. ¿Qué es el RNA y cuál consideras es su importancia para los sistemas vivos?

\_\_\_\_\_.

10. ¿Por qué se le llamará Traducción a dicho proceso?

\_\_\_\_\_.

11. ¿Cuál es la función de la Traducción?

\_\_\_\_\_.

12. ¿Cuál es la relación entre el DNA, RNA y Proteínas? Explica: \_\_\_\_\_.

13. ¿Por qué consideras que el DNA es importante para los sistemas vivos?

\_\_\_\_\_.

14. ¿Por qué consideras que las Proteínas son importantes para los sistemas vivos?

\_\_\_\_\_.

15. Explica que significa lo siguiente: "El mensaje o código del DNA fluye en una sola dirección hacia las Proteínas":

\_\_\_\_\_.

16. ¿Por qué dirías que la Replicación y Síntesis del DNA son procesos indispensables en el mantenimiento y perpetuación de los sistemas vivos? \_\_\_\_\_.

17. Dibuja y explica brevemente lo que se te pide.

A) Molécula de DNA

B) Proteína

C) Proceso de Replicación del DNA

D) Proceso de Traducción

E) Proceso de Transcripción

F) Dogma Central de la Biología Molecular

Explica: \_\_\_\_\_.

## ANEXO 6. Test Opinión de los alumnos.

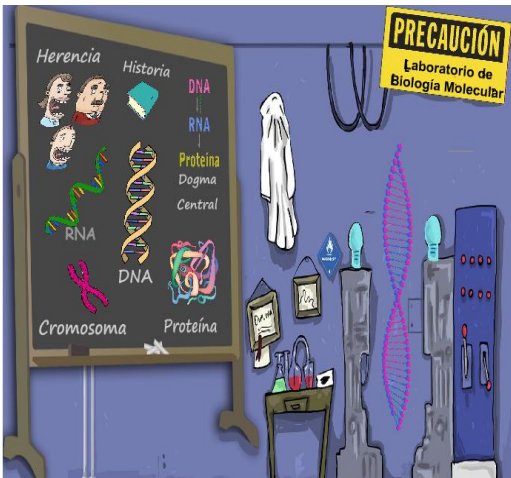
**Instrucciones.** Lee con atención las frases de la siguiente tabla, y elige una postura tachando alguna de las opciones que se presentan en las columnas de la derecha.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1) El software ayudó a comprender los temas de Replicación y Síntesis de Proteínas.					
2) El software hizo amena la clase					
3) El software me motivó a aprender					
4) El software llamó mi atención					
5) El software fue atractivo visualmente					
6) Las imágenes presentadas permitieron entender mejor los conceptos y procesos					
7) La información presentada en software no fue entendible					
8) El software no contenía la información suficiente para aprender los temas planteados.					
9) El orden de la información dentro del software fue confuso					
10) La disposición de los botones no permitió navegar fácilmente por el software					
11) La interacción con los elementos (imágenes, texto y video) me pareció inadecuada					
12) La parte histórica presentada en el software fue inadecuada.					

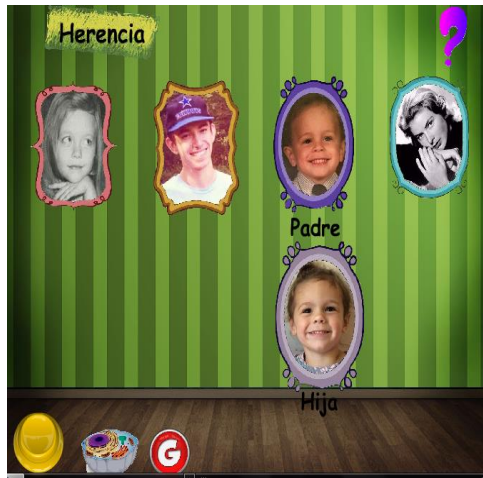
Describe que te pareció trabajar con el software: \_\_\_\_\_.

Describe cómo te pareció abordar la parte histórica para abordar los temas vistos: \_\_\_\_\_.

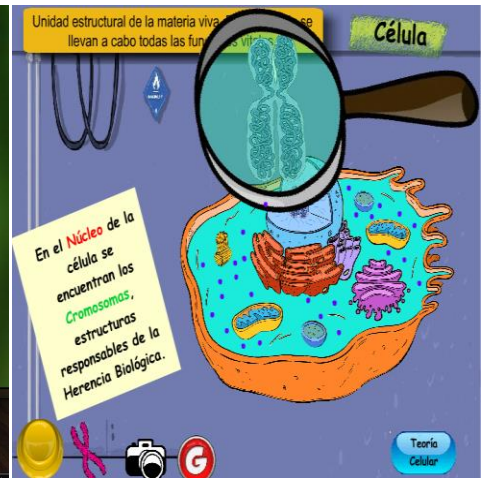
**ANEXO 7.** Software Educativo para la enseñanza-aprendizaje de los temas: Replicación, Transcripción y Traducción.



Menú principal.



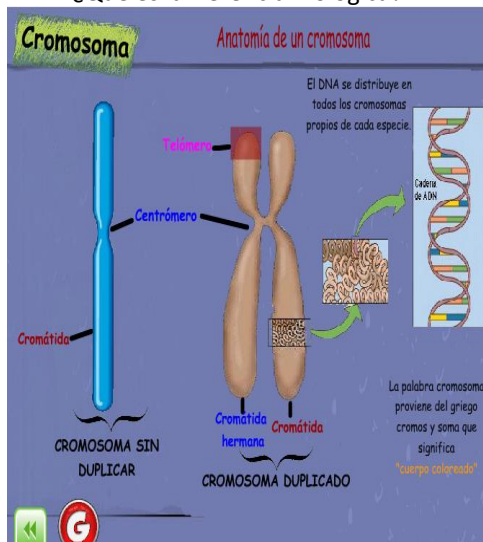
Introducción al tema de Herencia  
¿Qué es la Herencia Biológica?



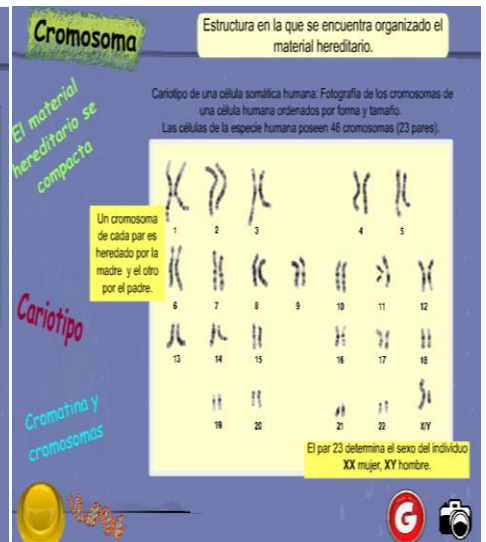
Partes de la célula y su función.



Diferencias entre células procariota y eucariota.



Anatomía de un cromosoma.



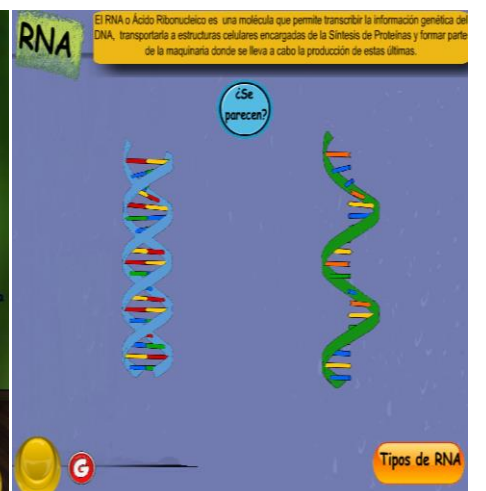
Explicación sobre el cariotipo humano.



¿Qué es el DNA?



Explicación sobre el proceso de Mitosis.



¿Qué es el RNA? Comparación entre las moléculas de DNA y RNA.



### Tipos de RNA

**RNA DE TRANSFERENCIA tRNA**

Cada tRNA lleva un a.a. específico a un Ribosoma durante la Traducción o Síntesis Proteica.

**Asn**

**ANTICODÓN**

Se aparea con el Codón del mRNA

Garantiza que el a.a. correcto se incorpore a la Cadena Polipeptídica.

**Traducción**

Tipos de RNA.

En este cuadro se muestran los codones que puede presentar el mRNA.

Como sabes 20 son los a.a. que se requieren para formar parte de las proteínas

¿Cuántos codones?

Inicio y Fin

Código degenerado

1ª letra	2ª letra			3ª letra	Aminoácido
	U	C	A		
U	UUU Fen UUC Leu UUA Leu UUG Leu	UCU Fen UCC Leu UCA Leu UCG Leu	UAU Ser UAC Ser UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC Cys UGA Stop UGG Trp	U
C	CUU Leu CUC Leu CUA Leu CUG Leu	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	CAU His CAC His CAA Gln CAG Gln	CAU His CAC His CGA Arg CGG Arg	C
A	AUU Ile AUC Ile AUA Ile AUG Met	ACU Thr ACC Thr ACA Thr ACG Thr	AUU Ile AUA Ile AAA Lys AAG Lys	AGU Ser AGC Ser AGA Arg AGG Arg	A
G	GUU Val GUC Val GUA Val GUG Val	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	AAU Asn AAA Lys AAG Lys AUA Ile	GGU Gly GGC Gly CGA Arg GGG Gly	G

Inicio (amarillo)  
Terminación (verde)

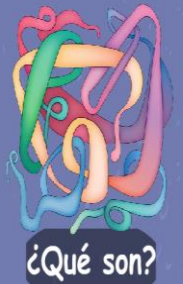
Si hay 64 combinaciones posibles y 20 a.a., es evidente que debe haber más de un codón para la mayoría de los a.a. Por ello se dice que el código es **Degenerado** o **Redundante**.

Explicación sobre codones.

### Proteínas

### ESTRUCTURA

- Primaria
- Secundaria
- Terciaria
- Cuaternaria



**Traducción**

Menú, tema Proteínas.

### Proteínas

¿Qué son?

¿Cuál es su función?

¿Cómo se conforman?

Las Proteínas pueden constar de una Cadena Polipeptídica, dos o más iguales o diferentes.

Conformación de las Proteínas.

### Proteínas

**CONTRÁCTILES**

Función: Permiten el movimiento de los músculos de nuestro cuerpo.

Ejemplo: Actina y Miosina

Constituyen las fibras musculares.

Músculo estriado

Músculo cardiaco

Explicación Proteínas contráctiles.

### Estructura Primaria

Cadena conformada por una secuencia de aminoácidos.

Molécula constituida por:

- C- Carbono central
- R<sub>2</sub>N- Grupo amino
- COOH- Grupo carboxilo
- H- Hidrógeno
- Grupo químico lateral que caracteriza al aminoácido del que se trate.

**AMINOÁCIDO**  
Abreviación a.a.

Estructura primaria de las Proteínas.

### Estructura Secundaria

Plegamiento de la cadena debido a la formación de enlaces entre H y O de los grupos NH<sub>2</sub> y COOH.

Formada por interacciones entre zonas de la misma cadena.

**α-HÉLICE**

Estructura secundaria de las Proteínas.

### Estructura Terciaria

Plegamiento de la Cadena Polipeptídica debido a las interacciones entre las α hélices y láminas plegadas.

**Proteína Globular**

Ejemplo: Hemoglobina

Proteína globular que confiere a los eritrocitos el color rojo característico de la sangre.

Estructura terciaria de la Proteína: Globular.

### Estructura Terciaria

Plegamiento de la Cadena Polipeptídica debido a las interacciones entre las α hélices y láminas plegadas.

**PROTEÍNA FIBROSA**

Ejemplo: Colágeno

Fibra de colágeno

Proteína fibrosa, la más abundante en los mamíferos. Se encuentra en ligamentos, tendones, huesos, cartilagos y piel a la que le confiere su característica elasticidad.

Estructura terciaria de la Proteína: Fibrosa.



### Estructura cuaternaria

Formada cuando dos o más Cadenas Polipeptídicas con sus respectivas estructuras terciarias interactúan entre sí.

Descubre la conformación de la estructura cuaternaria

Cadena A  
Cadena C  
Cadena B

Estructura Cuaternaria de la Proteína.

### Dogma Central de la Biología Molecular

## PROCESOS

Replicación  
Transcripción  
Traducción

DNA  
RNA  
Proteína

Menú procesos que conforman el Dogma Central de la Biología Molecular.

### Replicación

La Replicación es un proceso mediante el cual el DNA realiza una copia de sí mismo

DNA madre  
DNA hija  
DNA hija

El mecanismo de Replicación del DNA se denomina Semiconservativo porque:  
Cada molécula hija conserva una vieja cadena del DNA progenitor.  
El resultado son 2 DNA idénticas que se reparten en las células resultantes de la División Celular.

División Celular  
Replicación I  
Replicación II  
Resultado

Explicación del proceso de Replicación.

### Transcripción

La Transcripción consiste en la síntesis de una nueva molécula llamada RNA o Ácido Ribonucleico a partir del mensaje o código contenido en el DNA.

DNA  
RNA mensajero

¿Qué pasa?  
Resultado

Explicación del proceso de Transcripción.

### Traducción

También llamada Síntesis de Proteínas es el proceso de conversión de la secuencia de nucleótidos del RNA en la secuencia de a.a. que se ensamblarán para formar Proteínas.

En el proceso de Traducción se ha copiado bajo un nuevo código la información al RNA mensajero a partir del DNA.

El código del mRNA  
El código del RNA se presenta en codones

Codón  
Codón

Explicación del proceso de Traducción.

### Dogma Central de la Biología Molecular

Cada nueva molécula de RNA se transcribe a partir de una cadena de DNA  
TRANSCRIPCIÓN  
RNA Polimerasa  
RNA

En algunos virus (Retrovirus) que contienen RNA como material genético se produce DNA a partir de RNA.  
TRANSCRIPCIÓN INVERSA  
Transcriptasa inversa

VIH  
El virus del SIDA es un ejemplo de Retrovirus que al convertir su cadena simple de RNA a una doble cadena de DNA permite que esta se incorpore al genoma de las células que ha infectado.

Explicación sobre el Dogma Central de la Biología Molecular.

### Glosario

- Aminoácidos:** Bloques constitutivos de las Proteínas. Compuestos por Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno.
- Anticodón:** Un anticodón es una secuencia de tres nucleótidos ubicada en el ARNt, complementaria al codón ubicado en el ARNm.
- Apareamiento de bases:** Unión específica por Puentes de Hidrógeno entre Bases Nitrogenadas. En el caso del DNA se aparean Adenina y Timina (dos puentes) y Guanina con Citosina (3 puentes).
- Base nitrogenada:** Compuesto orgánico con dos o más átomos de Nitrógeno. Constituyen parte fundamental de los ácidos nucleicos (DNA y RNA). Se clasifican en púricas y pirimidínicas, las cuales se aparean entre sí.
- Cadena antiparalela:** Cadena que va en dirección opuesta de la cadena original. Por ejemplo, en el DNA la cadena antiparalela o complementaria se sintetiza en la dirección 3 a 5 dado que la orientación de la cadena original de DNA es 5 a 3.
- Cariotipo:** Conjunto de cromosomas de una de las células de un individuo, ordenados según su tamaño, forma y características.

Glosario.

### Cuéntame la historia

Al colocar el cursor y dar click a los personajes conocerás parte de los experimentos y observaciones que llevaron a formular el Dogma Central de la Biología Molecular

Gregor Mendel	Robert Brown	Christian Ehrenberg	Karl Nageli	Walther Fleming
Edouard van Beneden	August Weismann	Frederick Griffith	Frederich Miescher	Robert Fualgen
Erwin Chazeff	Watson y Crick	Alfred D. Hershey y Martha Chase	Beadle y Tatum	Francis Crick

Menú de personajes que realizaron descubrimientos que llevarían a la formulación del Dogma Central de la Biología Molecular.

### ¿Qué es la Herencia Biológica?

Se observa que los descendientes resultantes de la primera cruz presentan la característica de uno de los progenitores (color amarillo).

Gracias a un monje y unos cuantos chícharos.

En el año de 1865 apareció en escena un monje austriaco llamado Gregor Mendel quien logró establecer los principios que explican la herencia biológica.

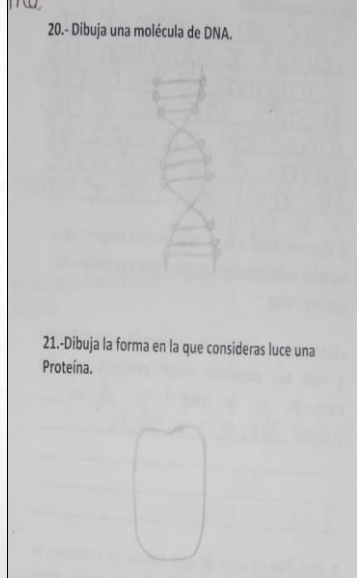
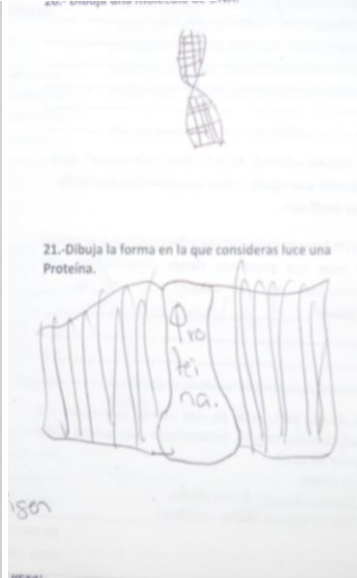
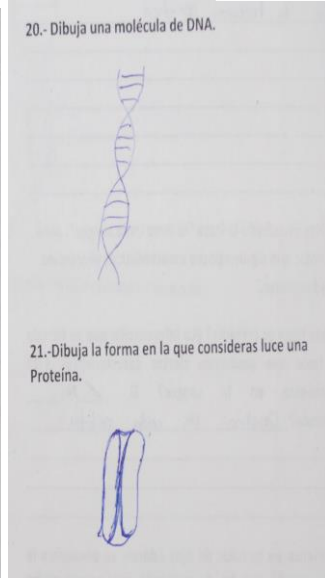
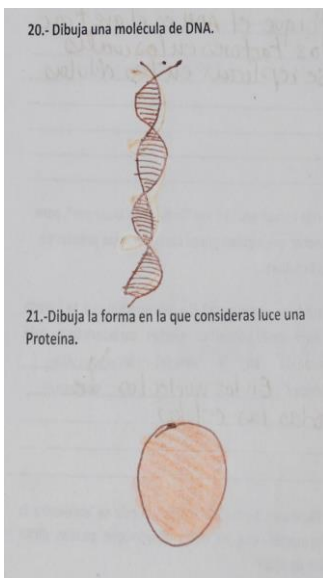
Mendel realizó cruces de plantas de chícharo para poder observar características simples

Mendel cruzó a los descendientes de la primera generación. Observa que de 4 descendientes 3 son amarillos y 1 verde.  
Esta proporción siempre se cumple

Despliegue de pantalla donde se explican los hallazgos realizados por el personaje Gregorio Mendel.

**ANEXO 8.** Representaciones del ADN y Proteína elaboradas por los alumnos del CCH, antes y después de la intervención didáctica.

**ANTES**



**DESPUÉS**

