

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Elaboración, Implementación y Evaluación de Material Didáctico Para la Enseñanza de las Temáticas de Genética y Evolución en Grados Noveno en dos colegios rurales de la ciudad de Bogotá.

Medina Talero Nixon Alirio¹

Urazán Benítez Rebeca²

RESUMEN

El trabajo muestra los avances en el diseño de materiales potencialmente significativos para la enseñanza de los conceptos de genética y evolución, en el marco del aprendizaje significativo crítico, en dos colegios distritales de la ciudad de Bogotá. La investigación se llevó a cabo en tres etapas: a). selección de las temáticas a abordar; b). diseño del material y evaluación permanente y; c) implementación y evaluación final (fase actual). Se reconoce en el aprendizaje significativo crítico un enfoque oportuno para abordar las temáticas en cuestión, sobre todo en conceptos asociados con célula y material genético. Se encuentran dificultades asociadas en el manejo puntual de conceptos como cromosoma, células sexuales y la cantidad de material genético que se hereda de los progenitores. Se destacan los modelos explicativos de ADN -imitando a Watson y Crick- y de expresión genética; temas como el de mitosis y meiosis no se deben trabajar independientemente del tema de ciclo celular. Para el abordaje de temas como el de genética mendeliana es conveniente abordar casos en la especie humano ya que estos llaman mucho la atención del estudiantado. Para finalizar, el material desarrollado es considerado por el estudiantado como oportuno, útil e interesante. No obstante hay que evaluar su alcance al abordar las temáticas relacionadas con cromosoma, gen, células sexuales y evolución sobre todo en la etapa tres la cual se encuentra en proceso.

¹ Licenciado en Biología, Especialista en HS&O, Magister en Docencia Universidad de la Salle; nixonmedita@gmail.com.

² Licenciada en Biología, Estudiante de Maestría en Educación Universidad Pedagógica Nacional rebelepidoptera@gmail.com.

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

PALABRAS CLAVE.

Enseñanza de las ciencias, genética, evolución, aprendizaje significativo crítico, material didáctico potencialmente significativo.

ABSTRACT

The work shows the advances in the design of potentially significant for teaching the concepts of genetics and evolution materials under the critical meaningful learning in two district schools in the city of Bogota. The research was conducted in three stages: a). selection of topics to be addressed; b). material design and ongoing evaluation and; c) implementation and final evaluation (current phase). It is recognized in meaningful learning critical timely approach to addressing the issues in question, especially in concepts associated with cell and genetic material. Difficulties associated with the timely handling of concepts such as chromosome, sex cells and the amount of genetic material that is inherited from the parents are. Explanatory models mimicking DNA Watson and Crick and gene expression stand; issues such as mitosis and meiosis should not work independently of the issue of cell cycle. For addressing issues such as Mendelian genetics it is desirable to address cases where the human species as these much draw attention of students. Finally, the material developed is considered by students as timely, useful and interesting. However we must assess its scope to address issues related to chromosome gene, sex cells and evolution especially in stage three which is in process.

KEYWORDS

Teaching science, genetics, evolution, significant learning critical, potentially significant learning materials.

INTRODUCCIÓN

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Una de las ramas de la biología que más ha avanzado y más se ha popularizado es la genética (Caballero, 2008). La enseñanza y el aprendizaje de este campo han sido objeto reiterado de investigación por parte de la didáctica de las ciencias en las últimas décadas (Figini y De Micheli, 2005). Desde los años ochenta los estudios de Johnstone y Mahmoud (1980) y Finley et al. (1982) -citados por Iñiguez (2005, p. 50)- indican que este tema ocupa cada vez más la atención de los investigadores y que dentro de las áreas más difíciles en su aprendizaje y enseñanza se encuentran, precisamente, el tema de genética y evolución; de aquí "la importancia que tiene ampliar la investigación con estudios que se refieran a los conceptos de gen, ADN, cromosoma, célula, evolución, población biológica" (Diez y Caballero, 2004, p. 114).

Dentro del campo puntual de la genética se encuentra gran diversidad de conceptos estructurantes que son, a la vez, el centro de tensiones, tanto investigativas como sociales. Por un lado, el concepto de gen -que guarda una gran polisemia conceptual- es a la vez el eje central de la enseñanza de la genética hoy día al ser empleado como unidad mediadora a la hora de abordar conceptos relacionados entre sí. En palabras de Melo "en terrenos como la biología celular y molecular, el gen es visto como una unidad funcional, es decir, la secuencia de determinado segmento del ADN o del ARN que contiene la información para llevar a cabo la síntesis de determinado polipéptido o su regulación; en genética es considerado como unidad de la herencia o de recombinación, y en evolución, el gen es visto como unidad de mutación, entre otros" (2013, p. 106). En síntesis, el concepto de gen y evolución merece una consideración especial dentro en la enseñanza de las ciencias.

Por otro lado, en una sociedad cada día más global e informada el concepto de gen, evolución, expresión genética, mutación, entre muchos otros, se encuentran inmersos en variados contextos por fuera de la escuela. Ejemplo de esto son las sagas de mutantes, noticias sobre virus y vacunas, pandemias, documentales especializados, entre otros. Como lo expone Ayuso y Banet "este conocimiento debe permitir que, en una sociedad informada, los ciudadanos comprendan, a un nivel básico, los avances de la investigación en este ámbito de estudio y se interesen por sus repercusiones tecnológicas y sociales" (2002, p. 133).

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

En este contexto cabe preguntar ¿De qué forma se pueden involucrar a los estudiantes en el diseño de materiales didácticos que sirvan para otros compañeros en la enseñanza de las temáticas relacionadas? ¿Cómo mejorar los materiales para la enseñanza de los temas de gen y evolución que llamen la atención y convoque la participación activa del alumnado? Y ¿Se pueden involucrar procesos complejos como la expresión genética en la clase de ciencias por medio de modelos sencillos elaborados por los mismos estudiantes?

Es claro que en la actualidad existe un protagonismo de las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito educativo. Dichas tendencias se han mostrado como la solución a las necesidades educativas emergentes dentro del aula y fuera de ella. Entre otros, Arango (2013), resalta el papel de las estrategias para la enseñanza de la genética mediadas por las nuevas tecnologías como plataformas virtuales, simulaciones, analogías, resolución de problemas y estrategias de apoyo como música y video, textos, color, imágenes fijas y animadas, entre otras. Moreno (2014), destaca el uso de la observación de videos, cuestionario, socialización y clases teóricas... socialización de cuestionarios, presentación de videos y prácticas de observación, charla en el aula, esquemas, videos, entre otra series de actividades como las más adecuadas para la enseñanza de la genética.

El "paradigma" -si se permite la expresión- de la mediación de las tecnologías y de otros recursos multimedia, han dejado por fuera el diseño de materiales didácticos intencionados por parte del docente. Al respecto Benítez (2013) y Ayuso y Banet (2002), sostienen que la enseñanza de la genética requiere un diseño de actividades y una elaboración de materiales de aprendizaje que no encontraremos en los libros de texto. Por lo tanto "es importante contar con herramientas que le permitan al docente seleccionar, elaborar y evaluar diferentes tipos de materiales, basado en el papel de las imágenes externas y en la organización de las secuencias de aprendizaje (Diez y Caballero, 2004, p. 94).

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Por lo anterior se considera necesario profundizar en el estudio y la didáctica en la enseñanza de los conceptos relacionados con genética y evolución, y más cuando las tendencias sobre el uso de las TIC se roban todos los protagonismos y existe una tendencia ingenua a confiar en libros de texto de ciencias naturales totalmente desactualizados y poco llamativos para los estudiantes al interior de la instituciones educativas (Benítez 2013, p. 46), y se deja relegado el papel de docente de aula a la misión de transmisor y se subestima su potencial en materia de diseño de materiales didácticos del impacto. Este informe de investigación se ubica dentro del campo de la didáctica de las ciencias, de tipo descriptiva y de corte cualitativa. Busca ante todo la comprensión de una realidad (el fortalecimiento en la enseñanza de la genética y la evolución) y no posee intencionalidad alguna de universalidad ni busca directrices absolutas.

MARCO DE REFERENCIA

Para el abordaje de la problemática descrita se decidió por el aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2011). La teoría de aprendizaje significativo es una proposición subyacente a otras teorías constructivistas, contenida en múltiples trabajos (Palmero, Caballero y Moreira, 2011. p 63), Moreira (2012, a) y Palmero, Caballero y Moreira (2011). Dichos trabajos muestran las "múltiples ventajas que ofrece al profesorado la inclusión del Aprendizaje Significativo en el aula, como: estimular el aprender a aprender, procesos centrados en el estudiante, cercanía a los códigos de lenguaje de cada disciplina, transforma el papel docente de transmisor a mediador, etc.", y más cuando se trabaja con población rural en la cual se busca el equiparamiento de oportunidades de uso y acceso a la información.

Por enfoque de aprendizaje significativo se entiende como aquel proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o una nueva información con la estructura cognitiva de la persona que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal (Ausubel, citado por Palmero, Caballero y Moreira, 2011: p. 33). Este enfoque hace uso del subsunor, el cual

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

permite la inclusión de un nuevo conocimiento a la estructura cognitiva, lo que se conoce como conocimiento previo. El nuevo conocimiento puede estar subordinado o supeordenado, según la asimilación del nuevo conocimiento con el subsunor (Moreira, 2010). Moreira señala además que el subsunor no es solo un concepto sino que "pueden ser modelos mentales, proposiciones, constructos personales, concepciones, ideas, representaciones sociales" (2012 b: p 9). Es aquí donde cobra protagonismo las experiencias previas del estudiantado.

La inclinación por un modelo de aprendizaje significativo crítico en el aula está basado en los siguiente hechos: 1) el material empleado para la dinámica enseñanza-aprendizaje es considerado significativo, es decir, se le reconoce una potencialidad al ser intencionado, previamente piloteado y ajustado según las necesidades emergentes. En palabras de Medina y Urazán (2014) "el diseño de material educativo potencialmente significativo es clave para fomentar el aprendizaje significativo crítico. Este debe considerar aspectos como los subsunores y estar anclados a las dinámicas propias de la clase y ser consecuente con esta"; y 2) este enfoque busca que los estudiantes muestren una predisposición para aprender, una motivación interna o externa, que no recaiga en la instrumentalización de la nota, sino en el gusto por aprender.

DISEÑO METODOLÓGICO Y POBLACIÓN

La investigación se desarrolló durante los años 2012 a 2015. En la actualidad se encuentra en la fase final en la que se evalúa la pertenencia de los materiales intencionalmente diseñados, su facilidad de uso y alcances. Su realización se divide en tres grandes etapas así:

Etapas. *Selección de las actividades a diseñar*, con base en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (2002) y la malla curricular de ciencias naturales del colegio Francisco Antonio Zea de Usme del año 2012-2013. El criterio de la selección estuvo ligado a la dificultad percibida de los estudiantes y las conclusiones de diversos

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

autores sobre la dificultad de la enseñanza de temas como genética mendeliana, evolución, expresión genética, mitosis y meiosis, entre otras (Ayuso y Banet, 2002; Iñiguez, 2005; Melo, 2013). En total fueron 20 actividades, relacionadas a los temas que se encuentran en la tabla N° 1.

Etapas dos. *Diseño de las actividades potencialmente significativas*³, las cuales se estructuraron con la participación del estudiantado durante los años 2012, 2013 y 2014, realizando ajustes particulares en el transcurso de los diferentes cursos en los que se implementó.

Etapas tres. *Evaluación final del material elaborado*, al culmen del año 2014, en la que se hizo uso de una evaluación similar a la planteada por Abril, Muela y Quijano (2002) sobre las concepciones equivocadas que les son más comunes de los estudiantes al momento de abordar los temas referentes a genética, evolución, herencia y expresión genética. Esta misma herramienta se implementará al cierre del año 2015 con los estudiantes de grado noveno del colegio Rural El Destino.

Las etapas uno y dos se llevaron a cabo en el IED Francisco Antonio Zea de Usme, en el que el 40% de su población estudiantil es rural. Durante la elaboración y evaluación del material didáctico (2012-2013) se contó con la participación de dos cursos de noveno, en total 80 estudiantes durante cada año; en el año 2014 se implementó dicho material en un curso noveno de 36 estudiantes, y algunos materiales relacionados con las temáticas de mitosis, meiosis y ciclo celular se trabajaron con estudiantes de grados séptimos (80 estudiantes) por la composición curricular del plan de estudios. La etapa tres se desarrolla en la actualidad en el IED El Destino que atiende en su gran mayoría población rural (95%) en el

³ Es necesario mencionar que la metodología que siguió la investigación para la intervención de la propuesta en las clases de noveno -en los dos colegios en mención- está basada en la propuesta de Medina y Urazán (2014) sobre aprendizaje significativo crítico en la escuela, en la que se describe en 7 fases, según lo expuesto por Moreira (2012a).

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

cual se hace la evaluación final del material con la participación de los estudiantes de grados noveno; 75 en total.

RESULTADOS

Se diseñaron un total de 20 actividades⁴.

ACTIVIDAD PLANTEADA	
Los caminantes (caminalculos). Evolución	Genes Homólogos (Parte I, II y II).
Aproximación al ADN.	Mitosis en Plantas: cebolla.
Ejercicio de transcripción y traducción.	Mitosis en Plantas: zanahoria y remolacha.
Replicación genética.	Genética Mendeliana I.
ADN, su descubrimiento.	Genética Mendeliana II.
De adenina a timina y de guanina a citosina.	Herencia ligada al sexo.
La familia de los ARN: el ARN de Transferencia.	Ciclo celular, mitosis y meiosis.
El modelo de Watson y Crick.	Maquetas de ADN 2014.
Modelos de ADN 2013.	Modelo de ADN interactivo.
Imitando el modelo de Watson y Crick.	Ejercicio de expresión genética.

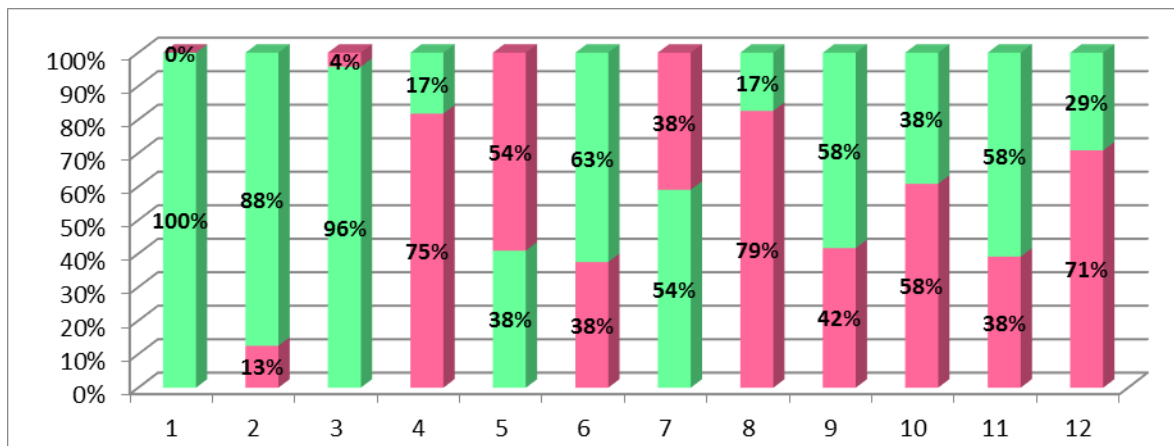
⁴ Para el detalle de cada actividad se puede dirigir a la blog de ciencias "Ideas Para Mi Mundo", allí encontrará la actividad descrita, evidencias fotográficas y las conclusiones de cada actividad.

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Tabla N° 1. Actividades adelantadas para el diseño de material potencialmente significativo.

Es necesario aclarar que la temática de evolución se trabaja de forma transversal al listado de actividades propuestas, dado que conceptos como mutación, diversidad genética, especiación, selección natural, diversidad genética, tienen su razón de ser a partir de los cambios que se sucedan en el material genético, es decir el ADN.

Adicionalmente, se les solicitó a los estudiantes diligenciar una encuesta basada en el trabajo de Abril, Muela y Quijano (2002), esto al culmen de la etapa dos (final del año 2014). Los resultados se presentan en la gráfica N°1. El test fue anónimo, y constaba de una serie de 12 afirmaciones a las cuales los estudiantes contestaban sí o no, según la comprensión de los temas.



Gráfica 1. Porcentaje de acierto a la afirmación (verde claro) al test implementado, adaptado de Abril, Muela y Quijano (2002)

Afirmaciones empleadas para la evaluación de la fase 2	Si
--	----

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

(basado Abril, Muela y Quijano (2002))		No
N o	AFIRMACIÓN	
1	Todos los seres vivos, desde las bacterias, hasta las ballenas jorobadas, pasando por los hongos, las plantas, líquenes etc., están conformados por células.	Si
2	Solo los animales "superiores" (humano, león, vaca, gato, y arboles grandes), poseen ADN en sus células.	No
3	Las células sexuales portan ADN, Cromosomas o genes.	Si
4	Es lo mismo halar de cromosomas sexuales (par 23 X y Y) y de células sexuales (espermatozoide y óvulo).	No
5	Las células somáticas, aquellas que conforman tejidos, también poseen ADN, y también poseen cromosomas sexuales.	Si
6	Solo las células sexuales portan ADN, cromosomas o genes. Las células somáticas no poseen ADN.	No
7	Las mutaciones surgen al azar y antes de que nazca el individuo; no necesariamente para asegurar la subsistencia ante una necesidad medioambiental.	Si
8	Los cromosomas sexuales (X y Y) solo se sitúan en las células sexuales (espermatozoides y óvulos).	No
9	Las especies vegetales tienen más probabilidad de presentar mutaciones beneficiosas.	No
1 0	Las células del ojo solo poseen ADN que codifica para las características del ojo, el resto de ADN no lo poseen.	No
1	Las mutaciones que presenta un individuo es la respuesta que tiene ante una necesidad que le presenta el medio ambiente. Primero viene la necesidad,	No

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

1	luego surge la mutación en un individuo.	
1 2	Cuando un hijo se parece más a uno de sus padres quiere decir que recibió más información genética de él.	No

El enfoque de Aprendizaje Significativo Crítico se mostró como oportuno al momento de abordar la diversidad de actividades con los estudiantes. Ellos no poseen mayor dificultad al entender que todo ser vivo está constituido por mínimo una célula, que todas las células poseen ADN y que las células sexuales portan información genética, lo que constituye un avance. Como lo expone Diez y Caballero "en biología, al igual que en las otras ciencias, existen conceptos clave o estructurantes sobre los cuales se edifica un conocimiento más integral y complejo" (2004, p. 109), y el concepto de célula como unidad de base y el ADN como material hereditario representan las bases para atender a las necesidades de los demás temas con evaluación desfavorable en las etapas uno y dos de la investigación.

Sobre estos últimos se encuentran dificultades con la identificación de la información genética que está presente en células somáticas y sexuales, la confusión entre células sexuales y cromosomas sexuales, y la creencia de que el hijo hereda más ADN del progenitor del mismo sexo. Sobre esta dificultad y para la implementación final del material en la etapa 3 (año 2015) se construirán definiciones puntuales en el aula de clases. Como lo enuncia Ayuso y Banet (2002, p. 133) "dotar a los estudiantes de un marco conceptual elemental sobre la localización, la transmisión y los cambios de las características hereditarias contribuirá a que éstos comprendan mejor el significado de ciertos fenómenos biológicos importantes, como la división celular, o la reproducción de los seres vivos" y otros conceptos asociados como cromosoma, célula somática y sexual, para que en consecuencia las actividades permitan que los estudiantes amplíen, reestructuren o sustituyan sus conocimientos a partir de lo que ya saben (Ayuso y Banet, 2002, p. 147).

Sobre la dificultad puntual en relación al manejo adecuado de los conceptos de gen y cromosoma, Diez y Caballero (2008. p. 110) indican que "desde el punto de vista de la

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

biología, los conceptos de gen y cromosoma tienen un alto grado de abstracción", por lo que revisten una particular atención en el aula de clases. En este sentido los autores de este artículo concuerdan con el autor en que "es importante que el alumnado de enseñanza secundaria no abandone las aulas sin haber conocido los principios elementales de la herencia de los caracteres biológicos (genética), la ubicación de los genes (en los cromosomas), la manera en la que se transmiten estos genes a la descendencia en sucesivas generaciones y la relación que existe entre la dotación genética y su manifestación externa en los individuos" (Diez y Caballero, 2008. p. 229).

En relación a las afirmaciones sobre mutaciones y adaptación aunque el porcentaje de acierto es mayor al 50% no deja de llamar la atención dado que es alto el porcentaje que aún presenta dificultad entender que las mutaciones se dan en el ADN, antes de que el individuo nazca, que las mutaciones no son siempre benéficas y que la tasa de mutación en plantas no tiene por qué ser mayor que en especies animales. Sobre este tema en particular se acogerán las sugerencias de diversos autores, dentro de las cuales figuran la incorporación de ejemplos y situaciones cercanas al estudiante, estudios de casos concretos (Iñiguez, 2005; Figini y De Micheli, 2005).

Sobre el trabajo de genética mendeliana concordamos con Ayuso y Banet (2002) y Iñiguez y Puigcerver (2013) que indican que posee mayor aceptación, interés y dedicación por parte del estudiantado aquellas situaciones en las que se trabajan caracteres genéticos relacionados con la especie humana. Además, al momento de abordar temas como mitosis y meiosis es conveniente hacerlo desde el tema de ciclo celular para que no se vea fragmentado el discurso y los estudiantes entiendan que estos dos temas son en consecuencia la fase final de dicho ciclo.

También cabe la pena destacar el trabajo de germinación de especies vegetales para el trabajo de los temas de mitosis en el crecimiento de la planta y el de meiosis para el caso de la producción de células sexuales (polen y óvulos en la flor). Sobre los modelos

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

construidos se destacan en gran medida los de ADN que imitan los esfuerzos de Watson y Crick para contextualizar su descubrimiento y el modelo de expresión genética para la explicación de la producción de proteínas en la célula.

CONCLUSIONES

Se logró generar diversidad de material para la enseñanza de los temas relacionados con gen y evolución. Sobre este destacan modelos prácticos explicativos en relación al modelo de ADN y expresión genética (transcripción y traducción) que son de fácil aplicación y construcción en clases.

Temas como el de mitosis y meiosis no se deben trabajar independientemente del tema de ciclo celular, para que no se vea fragmentado el discurso y los estudiantes entiendan que estos dos temas son en consecuencia la fase final de dicho ciclo. De la misma manera es aconsejable que para el abordaje del tema de genética mendeliana se incorporen ejercicios que traten sobre características en el ser humano.

El Aprendizaje Significativo Crítico reviste un enfoque de trabajo en el aula bastante útil y práctica en el que los estudiantes aprenden que el conocimiento es dinámico y no estático, que puede cambiar en cualquier momento y que es deber del estudiante contar con las estrategias conceptuales que le permitan incorporar el nuevo conocimiento a estructuras previas que ya posee (subsunsor).

Los ejercicios planteados y el material diseñado son considerados por el estudiantado como oportuno, útil e interesante. No obstante hay que evaluar su alcance al abordar las temáticas relacionadas con cromosoma, gen, células sexuales y evolución, dado que al cierre de la etapa dos algunos resultados no son los esperados.

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, A., Muela, F.J., & Quijano, R. (N.D). Herencia y Genética: Concepciones y Conocimientos de los Alumnos (1ª Fase). Recuperado de: <http://apice.webs.ull.es/pdf/146-050.pdf>
- Arango, J.A. (2013). Diseño y aplicación de una estrategia para la enseñanza de la Genética con el fin de propiciar aprendizajes significativos en el grado octavo mediante el uso de las TIC: Estudio de caso en la Institución Educativa Dinamarca del municipio de Medellín. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Medellín, Colombia.
- Arnal, J., Rincón, D., & Latorre, A., (1992); Investigación educativa: Fundamentos y
- Ausubel, D. P. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Ed. Trillas.
- Ayuso, G.E., & Banet, E. (2002). Alternativas a la Enseñanza de la Genética en Educación Secundaria. Enseñanza de las Ciencias, 20 (1), 133-157. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21790>
- Benítez, R. (2013) La Enseñanza de la Genética en el Grado Noveno de Básica Secundaria: una Propuesta Didáctica a la luz del Constructivismo. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia.
- Caballero, M. (2008). Algunas Ideas del Alumnado de Secundaria Sobre Conceptos Básicos de Genética. Enseñanza de las Ciencias, 26(2), 227-244. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/118096/297684>.
- Colunga, S., Garcia J & Blanco C.J., (2013); El Docente como Investigador y Transformador de sus propias Prácticas. La Investigación Acción en la Educación; Revista Transformación, Enero-Julio Volumen 9 No 1, paginas 14- 23, Consultado el 7

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Agosto 2013; Disponible en:
http://www.ucp.cm.rimed.cu/uzine/transformacion/articulos/02_Colunga_InvestAccion.pdf

- Diez, D. (2006). El Concepto del Gen y Cromosoma, Conocimiento Estructurante de la Biología. Algunas Aportaciones desde la Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación No 59, 189-219. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2117340>
- Diez, D., & Caballero, C. (2004). Representaciones Externas de los Conceptos Biológicos de Gen y Cromosoma. Su Aprendizaje Significativo. Revista de Investigación No 56, 91- 121. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2053453>
- Figini, E., & De Micheli, A. (2005). La Enseñanza de la Genética en el Nivel Medio y la Educación Polimodal: Contenidos Conceptuales en las Actividades de los Libros de Texto. Revista Enseñanza de las Ciencias, Numero Extraordinario (VII Congreso), 1-5.
- Freire, P. (2010). Pedagogía de la autonomía y otros textos. La Habana: Caminos
- Gendron, R. (2000). The Classification & Evolution of Caminalcules. The American Biology Teacher, 62(8), 570-576. Recuperado de: http://www.nabt.org/websites/institution/File/pdfs/american_biology_teacher/2000/062-08-0570.pdf
- Íñiguez, F., & Puigcerver, M. (2013). La Una Propuesta Didáctica para la Enseñanza de la Genética en la Educación Secundaria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10 (3), 307-327.
- Iñiguez, F. (2005). La Enseñanza de la Genética: Una Propuesta Didáctica para la Educación Secundaria Obligatoria desde una Perspectiva Constructivista. (Tesis Doctoral). Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
-

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

- Latorre, A., (2003); La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa;
Editorial Graó; Barcelona.
- Ley General de Educación., (1994) Ley 115 de 1994. Empresa Editora Universidad nacional. Bogotá.
- Melo, L. (2013). De la Polisemia de los Conceptos, el Concepto de Gen como Caso Particular. Biografía, 6(10), 102-107. Recuperado de: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/download/1964/1906>
Metodologías; Editorial Labor S.A; España.
- Ministerio de Educación Nacional, (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales- Formar en Ciencias: ¡El Desafío!. Bogotá, Colombia: MEN. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresCienciasNaturales2004.pdf>
- Moreira M. A. (2005); Aprendizaje Significativo Crítico. Indivisa: Boletín de estudios e investigación, Nº. 6, págs. 83-102,. Consultado el 14 Julio 2013; Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1340902>
- Moreira M. A. (2012 a); La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un Referente para Organizar la Enseñanza Contemporánea. 8-21. Série-Estudos Campo Grande-MS, Enero de 2006, Número 21, páginas 15-32. Consultado el 11 Julio 2013; Disponible en: <http://www.gpec.ucdb.br/index.php/serie-estudos/article/view/289>
- Moreira, M. A. (2010). ¿Por qué conceptos? ¿Por qué aprendizaje significativo? ¿Por qué Actividades Colaborativas? y ¿Por qué Mapas Conceptuales? Currículum, nº 23, págs. 9-23, Consultado el 5 Agosto 2013; Disponible en: <http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20CURRICULUM/23%20-%202010/01%20Moreira.pdf>
- Moreira, M. A. (2012 b). ¿Al final, Qué es Aprendizaje Significativo?. Currículum, Volumen Nº 25, Tenerife: Universidad de La Laguna. Servicio de Publicaciones. (En

Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

prensa). Consultado el 5 Agosto 2013; Disponible en:
<http://moreira.if.ufrgs.br/alfinal.pdf>

- Moreno, R. (2014). Desarrollar una Estrategia Didáctica Constructivista a partir de los Conceptos de Gen y Cromosoma Que Permitan una Mejor Comprensión de la Herencia Biológica en el Grado Noveno del Seminario Menor de la Arquidiócesis de Medellín. (Tesis Maestría). Universidad Nacional De Colombia Facultad De Ciencias Exactas y Naturales. Medellín, Colombia.
- Perez G & Quiva D., (2010); El Blog: Herramienta en la Enseñanza de la Educación Ambiental en Pro del Desarrollo Sostenible. Revista EKO-Diseño y Sostenibilidad, Volumen 2010, pagina 465-469. Consultado el 3 Agosto 2013; Disponible en:
<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/ecodiseno/article/view/3933/3741>
- Pinos M., (2012). El Blog como Instrumento de Enseñanza Aprendizaje de Idiomas. *Espira.Cuadrenos del Profesorado*, V. 3, n. 9, Paginas: 26-36. Consultado el 6 Agosto 2013; Disponible en:
https://www.cepcuevasolula.es/espinal/articulos/ESPIRAL_VOL_5_N_9_ART_3.pdf
- Rodríguez, B. (1995). La Didáctica de la Genética: Revisión Bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 379-385. Recuperado de:
<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21426/93387>
- Sánchez, E., Gutiérrez, A., Molina, P., Díaz, A., & Cortes, R. A. (2014). VII Versión del Premio a la Investigación e Innovación Educativa en el Distrito Capital. Bogotá, Colombia: IDEP. Recuperado de: <http://www.idep.edu.co/wp-content/uploads/2014/10/Cartilla-instructiva-del-Premio-con-anexos1.pdf>