



Fotografía: Juan Guillermo Rodríguez

DIAGNÓSTICO DE LAS CONCEPCIONES SOBRE REPRODUCCIÓN CELULAR EN ESTUDIANTES DE GRADO SÉPTIMO, OCTAVO Y NOVENO DE LOS COLEGIOS MIGUEL ANTONIO CARO IED Y JUSTO VÍCTOR CHARRY IED

DIAGNOSIS OF CONCEPTIONS OF CELL REPRODUCTION IN SEVENTH, EIGHTH, AND NINTH GRADE STUDENTS IN TWO DISTRICT EDUCATIONAL INSTITUTIONS, AT MIGUEL ANTONIO CARO AND JUSTO VÍCTOR CHARRY SCHOOLS

Claudia Marcela Pineda Amórtegui*
Héctor Alexánder Afanador Castañeda**

Fecha de Recepción: 17 de febrero 2014
Fecha de Aceptación: 27 de agosto de 2014

Resumen

El siguiente artículo da cuenta de los resultados obtenidos de la aplicación de una evaluación diagnóstica sobre reproducción celular en estudiantes de grado séptimo, octavo y noveno de los colegios Miguel Antonio Caro IED y Justo Víctor Charry IED, jornada tarde. El manejo de estos conceptos es primordial para que los estudiantes lleguen a comprender otras temáticas importantes dentro de la biología como lo son la genética, al entender los procesos de transmisión de caracteres hereditarios; la evolución de los seres vivos desde la variabilidad, la selección natural y la preservación de las especies; y en la biología del desarrollo, al reconocer la mitosis como proceso para la formación de un nuevo ser a partir de divisiones sucesivas de las células; entre otros. Este es un trabajo de investigación mixta, a través de la aplicación de un cuestionario con preguntas de selección múltiple con única respuesta, acompañado de una entrevista. El análisis de resultados se realizó con relación a número de aciertos, porcentajes de acierto, porcentajes de selección de respuesta y competencias desarrolladas, lo que permitió identificar las bases conceptuales y/o dificultades de los estudiantes frente a la comprensión y aprendizaje de los conceptos relacionados con la reproducción celular, y las falencias en cuanto al desarrollo de competencias en ciencias naturales que le permitan a los estudiantes conocer y actuar con relación a su entorno. Así mismo, se sugiere la planeación y diseño de una estrategia de enseñanza-aprendizaje-evaluación, la cual tome en cuenta las características y necesidades de la población a la que va dirigida, y decida sobre los contenidos a incluir.

Palabras claves: Reproducción celular, dificultades, ideas previas, concepciones, competencias en ciencias naturales.

Abstract

This article presents the results of the application of a diagnostic assessment of cell reproduction in students of seventh, eighth and ninth grades of the schools Miguel Antonio Caro IED and Justo Víctor Charry IED. The use of these concepts is essential, so that students understand other important topics in biology such as genetics to understand the processes of transmission of hereditary information, the evolution of living beings from the variability, natural selection and the preservation of the species, and developmental biology to recognize mitosis as a process for the formation of a new living being from successive cell divisions, and others. This is a research work with a questionnaire with multiple-choice questions with one answer, accompanied by an interview. The analysis of results with respect to number of hits, success rates, response rates and selection skills developed, allowing to identify the conceptual bases and / or students facing difficulties understanding and learning concepts with cell reproduction, and shortcomings in the development of competencies in natural sciences that allow students to learn and act in relation to their environment. Likewise, planning and design of a teaching-learning –evaluation strategy, which takes into account the characteristics and needs of the students to which it is addressed is suggested, and decide on the contents to be included.

Keywords: Cell reproduction, difficulties, previous ideas, conceptions, competencies in natural sciences.

* Licenciada en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Docente de Ciencias Naturales de la Secretaría de Educación de Bogotá, Colegio Miguel Antonio Caro I.E.D. Estudiante de Maestría en Didáctica de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Colombia. Correo electrónico: claudia12mc@hotmail.com

** Docente catedrático de la Maestría en Didáctica de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Colombia y docente de la Secretaría de Educación Distrital. Correo electrónico: haacster@gmail.com

Introducción

En la actualidad, en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales existe la necesidad de realizar trabajos de investigación sobre la reproducción celular, que evidencien las dificultades y problemas que se presentan en el aula de clase durante los procesos de enseñanza-aprendizaje, y que permitan a través de su análisis construir nuevas estrategias que aporten a la enseñanza de manera significativa de estos conceptos.

En los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, existen grandes dificultades que radican, según Stewart (citado en Martínez y Guerrero, 2012), en lo abstracto y complejo de algunos de sus temas y conceptos, uno de los tantos ejemplos que visualizan esto son los relacionados con la reproducción celular, en especial, los conceptos de *mitosis* y *meiosis*. Esta situación generalmente se evidencia, como lo describen Radford y Smith (citados en Bugallo, 1995), en un aprendizaje memorístico que no llega a diferenciar estos procesos, debido a que existe confusión entre los dos términos, no se le reconoce lo significativo a nivel biológico de cada uno, ni se le otorga un significado aplicado a la vida cotidiana. Así mismo, Gagliardi (1986) afirma que todos los conceptos en ciencias naturales requieren de un aprendizaje previo, todos son difíciles y todos son necesarios.

Evidencia de lo anterior es el gran número de investigaciones en didáctica de la biología enfocadas a identificar los temas y conceptos que se les dificulta a los estudiantes de diferentes edades en la educación básica secundaria. La no comprensión de estos repercute fuertemente en el proceso de su enseñanza-aprendizaje, ya que por lo general los contenidos en ciencias son secuenciales y para su adecuado aprendizaje es necesario contar con unos conceptos previos bien estructurados. Algunos de estos conceptos difíciles referentes a la reproducción celular son: la célula, la célula como contenedora del material hereditario, la mitosis y la meiosis; al igual que otros conceptos relacionados con el proceso del ciclo celular: cromosomas, genes, la información hereditaria que se encuentra presente en los gametos, y la división celular en relación con la transmisión de la información hereditaria (Banet y Ayuso, 1995; Caballero, 2008; Abril, Muela y Quijano, 2002; Ayuso, Banet y Abellán, 1996; Tekkaya, C., Özkan, Ö., y Sungur, S. (2001).; Martínez y Guerrero, 2012).

La reproducción celular es un tema básico de ciencias que se caracteriza por ser abstracto, desconocerlo provoca dificultades en la comprensión de otros temas importantes dentro de la biología como lo son la genética, dificulta el entendimiento de los procesos de transmisión

de caracteres hereditarios y la realización de ejercicios de genética, impide ver la evolución de los seres vivos desde la variabilidad, la selección natural y la preservación de las especies, y, en la biología del desarrollo, hace difícil comprender la formación de un nuevo ser a partir de divisiones sucesivas de las células, así como los procesos de crecimiento y reconstrucción de tejidos. De ahí que Flores (citado en González, Rossi y Lorenzo, 2009) afirme que la enseñanza de los conceptos relacionados con la reproducción de las células plantea múltiples desafíos a los docentes en los distintos niveles educativos.

En consecuencia, se hace necesario evaluar las concepciones que poseen los estudiantes sobre reproducción celular. Según Jorba y Sanmartí (1993), realizar la caracterización de los estudiantes de la población en estudio permite obtener información pertinente para el diseño de material didáctico y de estrategias, para adecuarlas a las necesidades del estudiante con el fin de proporcionarle una base sólida al proceso de enseñanza-aprendizaje que se pretende iniciar.

Las ideas y concepciones de los estudiantes

Aprender supone un proceso de construcción de conocimientos, por lo tanto identificar qué conocimientos tienen los estudiantes sobre cualquier temática se constituye en un referente para su enseñanza, en este caso la reproducción celular como concepto estructurante para la comprensión de la genética, la evolución y la biología del desarrollo. A continuación, se ilustran algunas consideraciones y definiciones sobre las ideas previas, así como sus características, descritas por Campanario y Otero (figura 1).

Bello (2004) afirma que las ideas previas son:

Construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada. (p. 210)

Giordian, las define como “un filtro conceptual que permite a los alumnos comprender entender, de alguna manera, el mundo que los rodea” (citado en Campanario y Otero, 2000).

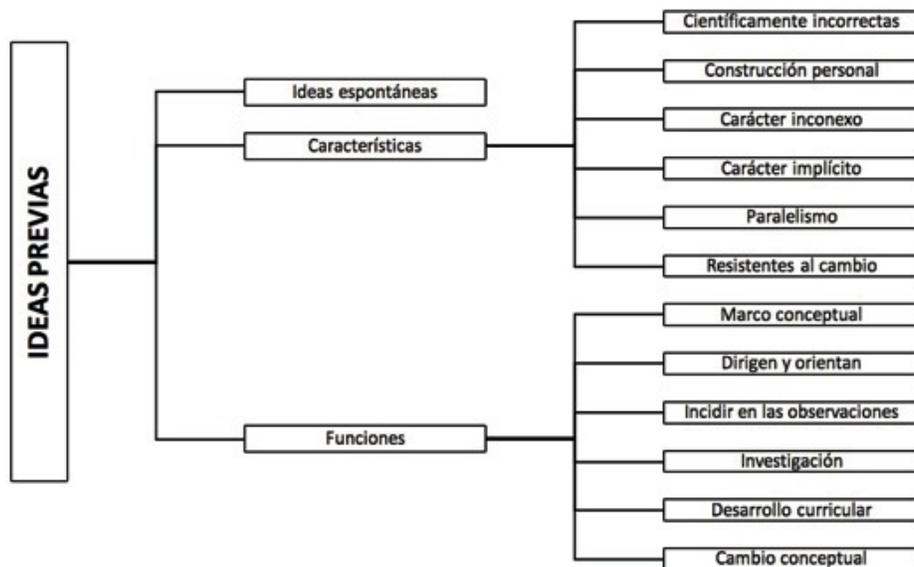


Figura 1. Características de las ideas previas
Fuente: Modificado de Campanario y Otero, 2000, p. 156.

García y Rodríguez (1988) definen las ideas previas en dos tipos, el primero, aquellas que posee el estudiante que se enfrenta por primera vez a un contenido o concepto, además aclaran que no todas las ideas previas pueden ser útiles para llegar a un cambio conceptual mediado por una estrategia de enseñanza-aprendizaje. El segundo tipo son aquellas que se dan después de haber aprendido el contenido o concepto en años anteriores, lo que conlleva a que la idea previa sea un problema de comprensión, a lo que los autores llaman “errores postinstruccionales”, es decir, los errores introducidos desde la enseñanza.

Otras dificultades de las ideas previas son descritas por Campanario y Otero (2000), quienes las atribuyen a la experiencia cotidiana acompañada de un lenguaje común que se encuentran alimentadas por el contexto y los medios de comunicación, y al uso de analogías defectuosas aprendidas en la escuela.

En relación con lo que creen los estudiantes, Cuellar (2009) propone la definición de concepciones alternativas como “las ideas de los estudiantes sobre fenómenos científicos específicos que les permiten comprenderlos y darles sentido. Ideas que son alternas a los núcleos conceptuales de las diferentes disciplinas de las ciencias naturales” (p. 2) y las caracteriza como construcciones personales basadas en el contexto, estables y resistentes al cambio. Desde el punto de vista del autor, las concepciones alternativas pueden limitar o facilitar el aprendizaje, esto depende de las relaciones que se establezcan con lo que se va a enseñar.

Así mismo, la didáctica de la biología no ha sido ajena a este *boom* en investigación, debido a la gran cantidad de trabajos realizados sobre las ideas previas y las concepciones alternativas desde 1970; Bugallo (1995), a partir de la revisión bibliográfica, identifica como fuentes de las concepciones alternativas y su incidencia en las dificultades de aprendizaje de la genética el uso de terminología, las relaciones entre los conceptos, la resolución de problemas y el trabajo práctico.

El cambio de las ideas previas o de las concepciones alternativas hacia la construcción de conocimientos según Driver (1988) no se da en un corto tiempo, ni con una clase o dos, en sí, el cambio puede tardar años, por lo cual se debe dar una enseñanza evolutiva a través del planteamiento de un currículo que lo defina como “un conjunto de experiencias mediante las cuales los que aprenden construyen una nueva concepción del mundo más cercana a la concepción de los científicos” (p. 116).

La implementación de esta evaluación diagnóstica es de gran importancia para la identificación de las ideas previas y las concepciones de los estudiantes, ya que se plantea para evidenciar las bases conceptuales y/o las dificultades que poseen los estudiantes objeto de estudio sobre los conceptos de célula y reproducción celular. La cual servirá para estructurar y diseñar una estrategia didáctica de enseñanza-aprendizaje-evaluación que se adapte a sus necesidades e intereses de la población objeto de estudio. A partir de la cual, se pretende diseñar un Objeto Virtual

de Aprendizaje (OVA¹) que facilite estos procesos, y que lleven al estudiante a comprender la reproducción celular como la relación entre la información hereditaria, la estructura y las funciones celulares, y como el mecanismo de transmisión de la información hereditaria aplicándolos a los procesos de la mitosis en términos de significado e importancia biológica, y el de la meiosis con el fin de comprender la diversidad biológica.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de esta evaluación diagnóstica de las concepciones sobre reproducción celular, se partió de una investigación de tipo mixto, según Hernández, Fernández y Baptista (2010), quienes afirman que los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cualitativos y cuantitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y de esta manera lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. Así mismo, es clasificada como evaluativa instrumental, que es una investigación basada en la evaluación de acciones formativas, debido a que pretende acceder al conocimiento y/o crearlo, además de evaluar al emitir juicios y proponer mejoras; e instrumental porque se lleva a cabo el desarrollo de pruebas, incluidas las de diseño como las de adaptación, con las que se unifican los criterios de valoración (Montero y León, 2002). Así mismo, Afanador (2013) destaca el uso de instrumentos en investigaciones exploratorias evaluativas, y afirma que el docente es autónomo a la hora de diseñar sus propios instrumentos que permitan evaluar las concepciones de sus estudiantes.

Su alcance es exploratorio, “ayuda a familiarizarse con fenómenos desconocidos, obtener información para realizar una investigación más completa de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010, p. 85).

Con respecto a las técnicas e instrumentos para reconocer y analizar las ideas y concepciones, Mora y Herrera (2009) describen las más utilizadas para este tipo de investigación como lo son las entrevistas, los cuestionarios, la grabación de audios y test.

En esta investigación se utiliza la técnica de cuestionario, con preguntas de selección múltiple con única respuesta, esta técnica permite la obtención de la información cuando el número de personas a las que se les realiza es alto, ya que facilita que la información sea organizada, categorizada y analizada, para identificar las características de las ideas y concepciones de los estudiantes frente al tema ya sea a nivel individual y/o grupal.

Se construyó el cuestionario basado en el ICFES,² el cual tiene como función el desarrollo de fundamentación teórica, diseño, elaboración y aplicación de instrumentos de evaluación de la calidad de la educación, dirigidos a los estudiantes de los niveles de educación básica, media y superior, de acuerdo con las orientaciones que para el efecto defina el Ministerio de Educación Nacional. Se inició con una consulta exhaustiva de diferentes cuadernillos de preguntas del ICFES y de bancos de preguntas, la cual permitió la construcción de una matriz con 26 preguntas de las cuales se seleccionaron 9 relacionadas con el tema de “Célula y reproducción celular”.³ Se respetó los usos establecidos por derechos de propiedad intelectual y derechos de autor, que autorizan el uso parcial de las obras sin fines de lucro y se autoriza para su uso con fines académicos e investigativos. Las preguntas seleccionadas se caracterizan por ser preguntas de selección múltiple, según el ICFES, estas le ofrecen al estudiante un contexto, caso, situación o enunciado y cuatro opciones de respuesta entre las que debe seleccionar la que considere correcta (ver anexo).

2 Definición de ICFES. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, es una entidad especializada en ofrecer servicios de evaluación de la educación en todos sus niveles, y en particular apoya al Ministerio de Educación Nacional en la realización de los exámenes de Estado y en adelantar investigaciones sobre los factores que inciden en la calidad educativa, para ofrecer información pertinente y oportuna para contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación. Citado en la página web del Ministerio de Educación de Colombia, Recuperado de: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-85397.html>

3 Ítem 1 y 2 corresponden a las preguntas 15 y 16, el ítem 3 y 4 a las preguntas 22 y 23 del cuadernillo ICFES Saber 9 aplicación de mayo de 2009. El ítem 5 corresponde a la pregunta 18 del cuadernillo de ejemplos de preguntas web ICFES Examen de Estado (para el ingreso a la educación superior) 2009. El ítem 6 corresponde a la pregunta 15 y el ítem 7 a la pregunta 51 al banco de preguntas de Milton Ochoa disponible en http://www.miltonochoa.com.co/web_corporativa/biologia.pdf. El ítem 8 corresponde a la pregunta 34 del Banco de preguntas Examen de Estado <http://camisaber.blogspot.com/2011/03/banco-de-preguntas-icfes-biologia-y.html>; y el ítem 9 corresponde a la pregunta 33 del cuadernillo de Análisis de resultados 2005. Examen de Estado. Biología.

1 “Un objeto de aprendizaje se entiende como una entidad digital, autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo, constituido por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización” (Chiappe, 2009, p. 263).

Como complemento, se utilizó la entrevista con el fin de identificar a fondo cuáles habían sido las dificultades a la hora de desarrollar la evaluación diagnóstica, como interpretaron los contenidos, si comprendieron o no los conceptos, y la justificación de selección de respuesta. Esta se aplicó después de terminada la evaluación diagnóstica.

Para el análisis de la información recolectada, se establecieron los siguientes criterios de valoración: el número de aciertos y porcentajes de acierto, los porcentajes de selección de respuestas, y evaluación de competencias en ciencias naturales.

1. Número de aciertos

Para identificar el rango de desempeño del grupo de estudiantes en la evaluación diagnóstica, se elaboró una escala que describe el criterio, número de aciertos y valoración (tabla 1).

Tabla 1. Criterios de valoración para número de aciertos

CRITERIO	N.º DE PREGUNTAS CON ACIERTO	VALORACIÓN
Muy bajo	1-2 aciertos	Muestra un desempeño muy bajo en la evaluación diagnóstica.
Bajo	3-4 aciertos	Muestra un desempeño bajo en la evaluación diagnóstica.
Medio	5-6 aciertos	Muestra un desempeño adecuado en la evaluación diagnóstica. Este es el nivel básico esperado.
Alto	7-8 aciertos	Muestra un desempeño bueno en la evaluación diagnóstica.
Muy alto	9 aciertos	Muestra un desempeño sobresaliente en la evaluación diagnóstica.

2. Porcentaje de acierto

Este permite identificar en porcentajes el rango de desempeño del grupo de estudiantes en cada uno de los ítems en la evaluación diagnóstica de manera correcta.

3. Porcentaje de selección de respuestas

Para identificar el grado de comprensión o dificultad que tienen los estudiantes en cada una de las preguntas, estos porcentajes permiten identificar las ideas y concepciones que presenta el grupo de estudiantes.

4. Competencias en ciencias naturales

Con las competencias se pretende identificar cualitativamente en qué competencias es fuerte el grupo de estudiantes. Para determinar esto se clasificaron las nueve preguntas seleccionadas en competencias de ciencias naturales, según:

- El examen de Estado, ICFES, (citado en Marín, 2000) describe tres competencias presentes en las situaciones problema como lo son interpretar situaciones, establecer condiciones y plantear y argumentar hipótesis y regularidades.
- El perfil cualitativo del Distrito Capital en ciencias de la Secretaría de Educación de Bogotá (citado en Cárdenas, Leal y Sarmiento, 2003) clasifica las competencias en tres niveles: primero, el reconocimiento y distinción; segundo, la interpretación; y tercero, la producción.
- El ICFES (2013) presenta tres competencias en ciencias naturales que son: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación.

En la figura 2 se muestra la relación entre los niveles de competencias anteriormente nombrados, a través de la identificación de las acciones que el estudiante debe realizar para ser competente en cada una de ellas. Evaluadas bajo una escala de 0 a 25% como insuficiente, de 26 a 50% como mínimo, de 51 a 80% como satisfactorio y más del 81% alto como avanzado.

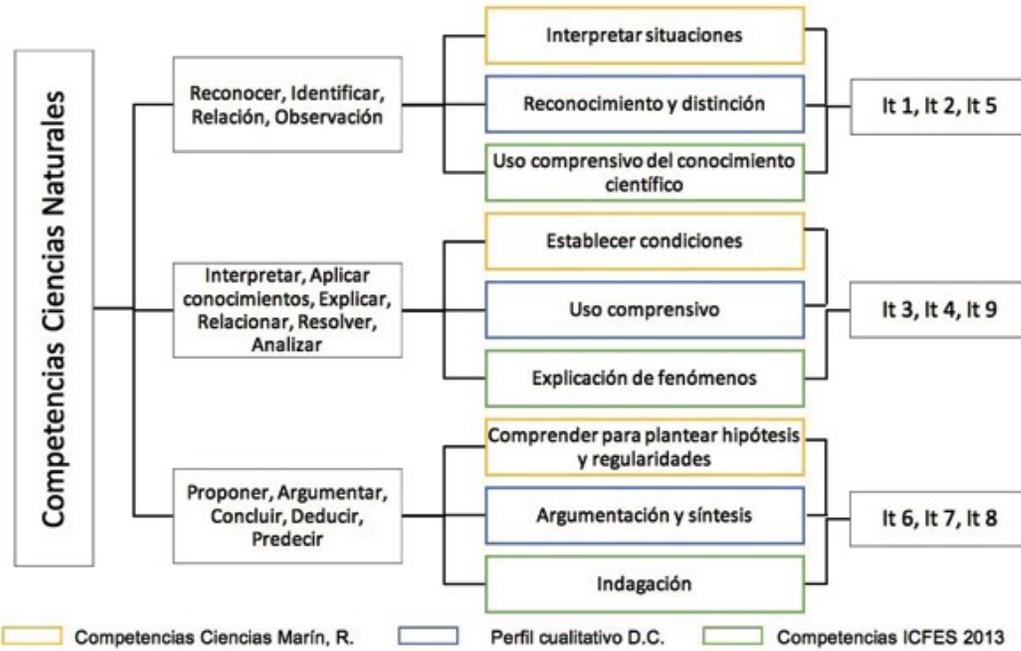


Figura 2. Competencias en ciencias

Fuente: Construcción propia a partir de Cárdenas, Leal y Sarmiento, 2003; Marín, 2000 y ICFCES, 2013.

Para el manejo de los datos, se utilizó la estadística descriptiva con distribución de frecuencias absolutas de puntuación y respuesta para cada una de los ítems en tablas de resultados y gráficas, en donde se tomaron como variables el grado al que pertenecen los estudiantes, la clasificación cualitativa de acuerdo a la puntuación obtenida, los porcentajes de selección de respuestas.

La población objeto de estudio estuvo conformada de la siguiente manera: grados noveno (62 estudiantes) y séptimo (66 estudiantes) del Colegio Justo Víctor Charry IED, y en el Colegio Miguel Antonio Caro IED, grados octavo (59 estudiantes) y séptimo (26 estudiantes). Para un total de 62 estudiantes de noveno, 59 estudiantes de grado octavo y 92 estudiantes de grado séptimo.

La evaluación diagnóstica sobre reproducción celular fue aplicada con estudiantes de los colegios Miguel Antonio Caro IED (barrio Quirigua) y Justo Víctor Charry IED (barrio Garcés Navas), ambas instituciones educativas pertenecientes a la localidad de Engativá en la ciudad de Bogotá.

Los instrumentos se aplicaron a los estudiantes de los grados séptimo, octavo y noveno en la jornada de la tarde. La Secretaría de Educación de Bogotá (2011) describe a los estudiantes de estos grados con edades entre los 12 y 16 años, adolescentes caracterizados por presentar grandes cambios físicos y emocionales, como también por el desarrollo del pensamiento abstracto, con mayores niveles de introspección, comprensión y razonamiento. La Secretaría también indica las capacidades que se deben fortalecer en los estudiantes de esta edad: la capacidad de definición, la interpretación, el análisis, la sistematización y la proposición de soluciones a los problemas relacionados con las ciencias y la tecnología, lo que implica iniciar la exploración de habilidades y competencias.

Resultados y discusión

En la tabla 2 se presentan los datos obtenidos de la aplicación de la evaluación diagnóstica, tomando en cuenta las respuestas del grupo de estudiantes sumando la puntuación, esta tabla se encuentra dividida por grado y cursos involucrados (9-1 y 9-2, corresponden al grado noveno, y 7-1 y 7-2 al grado séptimo del Colegio Justo Víctor Charry; 8-1 y 8-2 al grado octavo y 7-3 al grado séptimo del Colegio Miguel Antonio Caro).

Tabla 2. Frecuencias absolutas de puntuación en la evaluación diagnóstica

Escala cualitativa		MUY BAJO		BAJO		MEDIO		ALTO		MUY ALTO	TOTAL
Puntuación en la prueba		1 Punto	2 Puntos	3 Puntos	4 Puntos	5 Puntos	6 Puntos	7 Puntos	8 Puntos	9 Puntos	
Cantidad de estudiantes grado	9-1	4	4	9	8	5	2	0	0	0	32
	9-2	1	5	8	8	6	0	1	0	1	30
TOTAL ESTUDIANTES		5	9	17	16	11	2	1	0	1	62
Escala cualitativa		MUY BAJO		BAJO		MEDIO		ALTO		MUY ALTO	TOTAL
Puntuación en la prueba		1 Punto	2 Puntos	3 Puntos	4 Puntos	5 Puntos	6 Puntos	7 Puntos	8 Puntos	9 Puntos	
Cantidad de estudiantes grado	8-1	5	4	13	6	4	1	0	0	0	33
	8-2	2	6	6	7	5	0	0	0	0	26
TOTAL ESTUDIANTES		7	10	19	13	9	1	0	0	0	59
Escala cualitativa		MUY BAJO		BAJO		MEDIO		ALTO		MUY ALTO	TOTAL
Puntuación en la prueba		1 Punto	2 Puntos	3 Puntos	4 Puntos	5 Puntos	6 Puntos	7 Puntos	8 Puntos	9 Puntos	
Cantidad de estudiantes grado séptimo	7-1	0	3	10	10	6	2	1	0	0	32
	7-2	0	6	8	10	6	2	2	0	0	34
	7-3	0	2	6	5	7	3	3	0	0	26
TOTAL ESTUDIANTES		0	11	24	25	19	7	6	0	0	92

Las respuestas agrupadas por grados y puntuación permiten identificar el rango de desempeño en la evaluación diagnóstica de los estudiantes. Los datos evidencian que los estudiantes de grado noveno se encuentran en el nivel bajo-medio, los estudiantes de grado octavo en el nivel muy bajo-bajo y los estudiantes de grado séptimo entre bajo-medio.

Los resultados de acuerdo al rango de desempeño del grupo de estudiantes en la evaluación diagnóstica son bajos en los diferentes grados, esto concuerda con resultados de diferentes investigaciones sobre los conceptos difíciles en la enseñanza de la biología, ya que existen problemáticas en cuanto a sus procesos de enseñanza-aprendizaje, en este caso con relación a la reproducción celular en la educación básica secundaria, y que son expresados como la no comprensión de estos conceptos ya que no son fáciles de aprender. De esta manera, se evidencian diversas dificultades como lo son el uso de terminología, la relación entre los conceptos y la resolución de proble-

mas que no permiten una adecuada comprensión (Bugallo, 1995). Además, Caballer y Giménez (1992) afirman que “el conjunto de procesos de aprendizaje a lo largo de la vida escolar no consigue que los conocimientos se incorporen de forma estable y coherente”.

Se identificó que el grado séptimo obtuvo un mejor puntaje, con relación a los otros grados, esto debido a que generalmente la temática de célula y reproducción celular aparece en el currículo para la enseñanza de las ciencias específicamente para este grado, lo que favorece que exista una mayor recordación a corto plazo.

En la tabla 3 se presentan los datos obtenidos de la aplicación de la evaluación diagnóstica, tomando en cuenta los porcentajes de acierto a cada una de las preguntas representadas con las letras IT (ítem) y el número de la pregunta, esta tabla se encuentra dividida por grados y cursos participantes al igual que la tabla anterior.

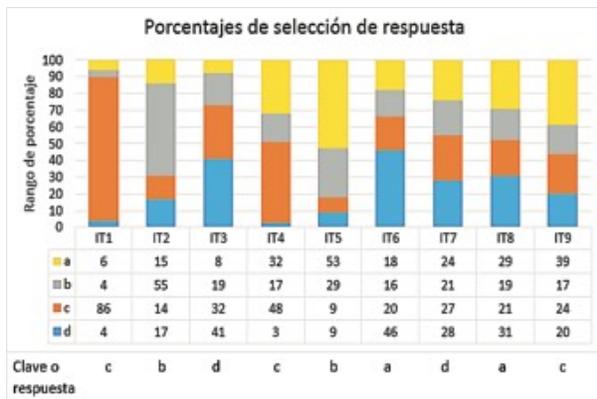
Tabla 3. Porcentajes de acierto en la evaluación diagnóstica

Promedio por respuesta		IT 1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
Porcentaje de estudiantes por acierto en cada una de las preguntas	9-1	87	53	31	34	31	16	17	28	34
	9-2	85	62	40	46	27	26	33	36	27
Porcentaje de acierto		86	58	36	40	29	21	25	32	31
Promedio por respuesta		IT 1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
Porcentaje de estudiantes por acierto en cada una de las preguntas	8-1	88	54	40	23	22	10	17	30	21
	8-2	81	47	37	60	9	15	38	31	16
	Porcentaje de acierto	85	51	39	41	15	12	27	31	19
Promedio por respuesta		IT 1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
Porcentaje de estudiantes por acierto en cada una de las preguntas	7-1	95	55	65	56	42	18	32	28	35
	7-2	91	62	27	68	34	25	41	30	14
	7-3	91	65	59	58	91	15	24	27	13
Porcentaje de acierto		92	61	51	60	56	19	32	28	20
Clave o respuesta		c	b	d	c	b	a	d	a	c

En la gráfica 1 se presentan los porcentajes de selección de respuesta para cada una de las preguntas, este criterio permite identificar las concepciones de los estudiantes tomando en cuenta toda la población participante sin discernir grados ni cursos. Tanto los porcentajes de acierto de cada pregunta como los porcentajes de selección de respuesta permiten identificar las concepciones de los estudiantes respecto a la temática que maneja cada pregunta, así como sus dificultades. Como se describe a continuación:

En el ítem 1, las tendencias de respuesta de acierto por grado fueron en noveno 86 %, octavo 85 % y séptimo 92 %. Lo que evidencia que en todos los grados fue alta, superior al 80 %, en esta pregunta se maneja el concepto de célula, y la función de diferentes organelos celulares. Lo cual corresponde con el porcentaje de selección de la respuesta correcta igual a 86 %. Según Palmero (2000), la célula es definida como:

Un concepto clave en la conceptualización del conocimiento biológico. Se trata de un concepto complejo y altamente estructurado para el nivel de enseñanza no universitaria que se construye en las mentes de nuestros estudiantes a partir del discurso que la escuela (el currículo) les ofrece y que se construye como tal entidad compleja y abstracta, si bien es cierto que es una entidad física, real, que existe en ese mundo físico (algo real -mundo- que ellos no pueden verificar directamente). Se trata de un concepto que determina la estructura y el funcionamiento de todo el mundo vivo; condiciona, por tanto, su comprensión, su interpretación, la representación que del mismo se haga en el conocimiento que generan como intermediaria entre ese mundo vivo y el sujeto que pretende acercarse a él para entenderlo y aprehenderlo. (p. 237)



Gráfica 1. Porcentajes de selección de respuestas en la evaluación diagnóstica

A partir de las respuestas se puede concluir que la mayoría de los estudiantes reconocen el concepto de célula, pero se les dificulta la comprensión de las relaciones entre las estructuras celulares y sus funciones, según Flores, Tovar y Gallegos (citado en Tibell y Rundgren, 2010). Esta dificultad es la que se percibe en el ítem 2, complementaria del ítem 1, en el que se obtuvieron los siguientes porcentajes de acierto por grado: en noveno 58 %, octavo 51 % y séptimo 51 %, con tendencias de acierto cercanas al 50 %, esto debido a que los estudiantes se les dificulta interpretar la función de diferentes estructuras celulares y su proporción de acuerdo al tipo de célula, en el caso específico de un espermatozoide y de una célula del estómago. La mayoría de los estudiantes afirmaron no entender la pregunta, y que no encontraban una relación entre el tipo de organelo y la función de la célula a la cual pertenece, algunos atribuyeron su respuesta al azar. Otros justificaron su respuesta al identificar el organelo celular encargado de producir la energía en la célula, es decir, a la mitocondria y por descarte seleccionaron la opción B, ya que la C incluía los cloroplastos, y es claro que el espermatozoide y las células del estómago no poseen dicho organelo. Esta pregunta obtuvo un porcentaje de selección de la respuesta correcta igual a 55 %.

Según Parra y Lago (2003), son causas de las dificultades en los estudiantes el aprendizaje memorístico y enciclopédico, lo que afecta el aprendizaje significativo. Por lo tanto, hay dificultades en el manejo de variables, generación de hipótesis, realización de análisis y síntesis, etc.; es decir, todos los procesos que llevan a la resolución de problemas.

El ítem 3 presenta porcentajes de acierto de los grados noveno, octavo y séptimo respectivamente de 36 %, 39 % y 51 %. Con porcentajes de acierto menores al 40 % en los grados octavo y noveno, y menores del 51 % en el grado séptimo. En esta pregunta se da la explicación de qué es un cariotipo y se muestra una imagen, así mismo, se le solicita al estudiante identificar a qué tipo de célula humana pertenece ese cariotipo. Este ítem requiere que el estudiante maneje diferentes conceptos como lo son: la información hereditaria contenida en la célula, los diferentes tipos de célula que pueden ser somática o sexual, e identificar la carga cromosómica que poseen cada una de ellas. Esta pregunta tuvo un porcentaje de selección de la respuesta correcta igual a un 41 %.

A cerca de la dificultad de reconocer la célula como contenedora del material hereditario, se suma la creencia de que los vegetales no tienen células y que además no poseen cromosomas, de esta manera persiste la dificultad al reconocer que todas las células llevan información genética (Ayuso, Banet, y Abellán, 1996; Abril, Muela y Quijano, 2002) y la confusión a la hora de identificar la localización

del material genético (Caballero, 2008; Wood-Robinson, Lewis, Driver y Leach, 1998). Algunos estudiantes llegan a identificar la célula como portadora del material hereditario, pero exclusivamente para las células sexuales, y excluyen a las células somáticas, debido a que relacionan este tipo de células con la reproducción (Banet y Ayuso, 2002).

El punto clave para la adecuada resolución de este punto que era la identificación del cromosoma Y en la imagen, por lo cual se evidencia la no relación de los cromosomas X y Y de las células sexuales. Muchos de los estudiantes afirman nunca haber visto un gráfico similar al que se muestra en la gráfica, incluso muchos se preguntaron qué eran y qué significaban las X, es decir, los cromosomas.

En el ítem 4 se pregunta sobre la función que cumple el cariotipo como examen médico, presenta un índice de acierto del 40% en los grados octavo y noveno, y 60% en séptimo. La mayoría de los estudiantes reconocen que no es la prueba indicada para determinar la presencia de infecciones, pero sí la asocian con la determinación de los grupos sanguíneos. Caballero (2008) afirma que algunos estudiantes creen que en la sangre se encuentra implicada en la transmisión de caracteres, debido a la concepción cotidiana muy popular “lo lleva en la sangre”, la cual pretende explicar los parecidos entre familiares; y con la prueba de paternidad, esto debido a que el cariotipo correspondía a un espermatozoide, y lo relacionaron con la información que se hereda de padre a hijo. Esta concepción se tradujo en un porcentaje de selección de la respuesta correcta igual al 48%.

El ítem 5 está relacionado con el número cromosómico, en este se obtuvieron unas tendencias de acierto en el grado noveno del 29%, en octavo del 15% y en séptimo del 56%. Se evidencian tendencias de acierto muy bajas en los grados noveno y octavo, menores al 30%, y superiores al 50% en séptimo, lo que evidencia la fácil recordación en ellos ya que la temática se había visto semanas antes de la evaluación diagnóstica. En esta pregunta el estudiante debía determinar el número de cromosomas correspondiente a las células somáticas y sexuales en unos individuos, se identificó en los estudiantes la dificultad para comprender que en las células sexuales se encuentra la mitad de los cromosomas presentes en las células somáticas, es decir, son haploides, esto con el fin de conservar el número cromosómico de una generación a otra; y las somáticas son diploides, tienen la carga completa de cromosomas. Este aprendizaje se logra acompañado de un adecuado manejo del concepto de cromosoma, que identifique la estructura, localización y función de estos, lo cual permite a los estudiantes, según Lewis y Wood-Robinson (2000; citado en Íñiguez y Oliván, 2013), comprender los procesos del ciclo celular, la mitosis, la meiosis y el éxito

en la resolución de los problemas de genética. Con relación a lo anterior se obtuvo un porcentaje de selección de la respuesta correcta igual al 29%.

Para el ítem 6, se presentan porcentajes de acierto en noveno del 21%, en octavo del 12% y en séptimo del 19%; todos muy bajos, menores al 21%. En este ítem se maneja el concepto de mitosis aplicado a una situación, la cual debe ser comprendida por el estudiante al momento de leerla y este es el primer obstáculo para dar con la adecuada respuesta, la segunda problemática al contestar este ítem es que el estudiante no diferencia el concepto de mitosis del de meiosis, debido a esto el porcentaje de selección de la respuesta correcta fue menor del 18%. Según Abril, Muela y Quijano (2002), esta situación se debe a que los estudiantes “no asimilan que la mitosis se lleva a cabo en células somáticas y la meiosis en células sexuales” (p. 00), y además, en los procesos de mitosis y meiosis se evidencia la falta de relación entre la división celular y la transmisión de la información hereditaria, así como su vía de transmisión Abril, Muela y Quijano, 2002; Ayuso, Banet, y Abellán, 1996; Caballero, 2008; Tekkaya, Özkan, y Sungur, 2001), y se considera que solo las células sexuales son portadoras de material hereditario.

De acuerdo con lo anterior Íñiguez y Oliván (2013) afirman que el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de mitosis:

Debe relacionarse con el proceso de crecimiento celular a partir de un cigoto y con el reparto del material hereditario entre las células hijas. De esta manera se facilita que el alumnado sea consciente de que todas las células del cuerpo provienen de una única y, por tanto, todas contienen la misma información, aunque en cada tipo celular se transcriban unos determinados genes. (p. 321)

En cuanto a la meiosis, en el ítem 7 las tendencias de respuesta de acierto por grado fueron en noveno del 27%, en octavo del 27% y en séptimo del 32% (porcentajes de acierto menores al 32%). Esto se debió a que la mayoría de los estudiantes no reconocen el concepto de meiosis y, según Íñiguez y Oliván (2013), no se identifica como un proceso que provee la variabilidad y forma las células sexuales haploides pues no se relaciona con los ciclos de vida de los seres vivos. Una evidencia de esta problemática fueron los porcentajes de selección de la respuesta correcta, ya que todas las opciones de respuesta se encuentran muy niveladas, no se evidencia un gran sesgo hacia una o dos de las respuestas.

En el ítem 8, sobre ciclo celular, se obtuvieron los siguientes porcentajes de acierto por grado: en noveno del 32%, en octavo del 31% y en séptimo del 28% (aproximados al

30%). Estos porcentajes evidencian falta de interpretación de imágenes y de texto que narran el proceso del ciclo celular y plantean una situación problema sobre este, muchos de los estudiantes aducen que su respuesta no fue la adecuada debido a que la pregunta estaba mal realizada y se prestaba para confusiones. La importancia de la enseñanza del ciclo celular radica, según Santos (2014), en comprender los mecanismos de desarrollo, crecimiento y reparación de tejidos en los seres vivos, para entender el origen de la variabilidad genética en organismos con reproducción sexual y analizar los mecanismos que originan el cáncer y los posibles tratamientos que se pueden realizar basados en el conocimiento del funcionamiento celular. El porcentaje de selección de la respuesta correcta fue de un 29%.

Por último, para el ítem 9, las tendencias de acierto por grados fueron en noveno del 31%, en octavo del 19% y en séptimo del 20%. En este se evaluaba el proceso de la mitosis, en específico una de las etapas de la mitosis en la cual los cromosomas migran hacia los polos de la célula, es decir, la anafase. Las tendencias de acierto por grados fueron inferiores al 31%, la dificultad presentada en este ítem se debió a que los estudiantes memorizan en muchos casos cada una de las fases de la mitosis y no son capaces de relacionar los conceptos, así como de buscar las relaciones causa-efecto, en las que un cambio en alguna de las fases anteriores se evidencie a manera de un efecto en una etapa posterior. El porcentaje de selección de la respuesta correcta en este ítem fue del 24%, pero la de mayor porcentaje fue la opción A, lo que refleja una problemática al no reconocer el número de cromosomas de una célula humana, ni el hecho de que no se hayan separado las cromátidas, lo cual afecta el número de cromosomas en las células resultantes si se continúa con la siguiente etapa de la mitosis.

En cuanto a las competencias desarrolladas por los estudiantes, tenemos que un 56,16% de los estudiantes son competentes en acciones como reconocer, identificar, relacionar y observar, es decir, un nivel satisfactorio que se evaluaba a través de los ítems 1, 2 y 5. En los ítems 3, 4 y 9, se evaluaba la competencia de interpretar, aplicar conocimientos, explicar, relacionar, resolver y analizar, aptitudes en las que un 37,43% de los estudiantes se encuentran en un nivel mínimo. Un 25,4% de los estudiantes son competentes en acciones de proponer, argumentar, concluir, deducir y predecir, es decir, un nivel insuficiente, esta competencia fue evaluada a través de los ítems 6, 7 y 8.

Los resultados aportados por la evaluación diagnóstica en la categoría de competencias permiten identificar las debilidades y/o fortalezas que presentan los estudiantes en cuanto al uso de sus habilidades aplicadas a situaciones problema. Existen debilidades en la aplicación de los

conceptos en situaciones problema, la falta de lectura comprensiva e interpretación de gráficas, al observar detenidamente la situación, plantear preguntas, buscar relaciones de causa-efecto, hacer predicciones, identificar variables, y además de organizar la información recibida y analizar resultados, para poder deducir y predecir. Se presentó un bajo porcentaje de acierto en las preguntas relacionadas con estas actividades: ítems 6, 7 y 8.

Por el contrario, se identificaron fortalezas en un 56,16% de los estudiantes, quienes obtuvieron un nivel satisfactorio en acciones como reconocer, identificar, relacionar y observar (ítems 1, 2 y 5); las cuales se evaluaron por medio de preguntas de recordación, es decir, preguntas que indagaban sobre lo aprendido en años anteriores referente al concepto de célula. En estos ítems los estudiantes demostraron la capacidad de relacionar estructuras y funciones celulares, esta competencia conlleva una actitud crítica y analítica en el estudiante, que le permite establecer la validez o coherencia de una afirmación. Pero presentó dificultades en la identificación de los números cromosómicos en células sexuales y asexuales, lo que hizo que el nivel de esta competencia disminuyera considerablemente.

También se presentó un nivel mínimo para los ítems 3, 4 y 9, que trataban los conceptos de cariotipo y mitosis, en los cuales se evidencia un bajo nivel de interpretación de la información aportada en cada situación, así como la dificultad en relacionar los conceptos básicos, además de la falta de identificar relaciones causa-efecto en una situación; esta es importante porque le permite a los estudiantes realizar explicaciones, justificaciones y finalmente argumentar. Así mismo, tal aptitud está íntimamente relacionada con la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos de las ciencias en la solución de problemas. En estos ítems tan solo un 24% de los estudiantes es competente.

Conclusiones

Es de resaltar que las dificultades que se presentan en la educación básica secundaria, en cuanto al aprendizaje de la reproducción celular, se refieren a la no comprensión de los conceptos básicos, y a la falta de competencias en ciencias que les permitan a los estudiantes conocer y actuar con relación al contexto o el entorno.

Lo anterior invita a los docentes de ciencias a tomar decisiones en cuanto a la selección y secuenciación de actividades que favorezcan los procesos de aprendizaje en los estudiantes, en los que el estudiante participe al construir su propio conocimiento y aplicarlo a diferentes situaciones problema y a nuevos contextos.

A partir de esta investigación, se evidenciaron dificultades en la comprensión de los procesos que se llevan a cabo en la reproducción celular, lo que conlleva a planear y diseñar una estrategia de enseñanza-aprendizaje-evaluación que contribuya a la construcción de aprendizaje en relación con la temática, sin recurrir en el aprendizaje de conceptos, fases de los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de la célula para poderse reproducir, de manera memorística, sino a la comprensión del significado de cada uno de estos a nivel biológico.

Se requiere, entonces, de una estrategia que ayude a que los estudiantes diferencien y reconozcan los procesos de ciclo celular, mitosis, meiosis, ya que los estudiantes no los identifican como procesos en los cuales existen diferentes mecanismos de transmisión de la información hereditaria y que pueden conllevar a la variabilidad de las especies.

También es necesario enfatizar en el proceso de identificar y diferenciar algunos conceptos básicos como cromosoma, haploide, diploide, célula somática y sexual, y la aplicación de estos conceptos a situaciones problema, por medio del diseño de actividades que favorezcan la comprensión de estos.

Así mismo, se deben desarrollar las competencias en ciencias, ya que se evidencia la necesidad de fortalecer en los estudiantes la lectura comprensiva e interpretación de gráficas en la aplicación de los conceptos a situaciones problema, y las relaciones efecto- causa de un cambio dado en la situación.

La implementación de esta evaluación diagnóstica permitió evidenciar las concepciones de los estudiantes frente a la temática, lo que se convirtió en la base para determinar los contenidos que se deben incluir en el diseño de la estrategia de enseñanza-aprendizaje-evaluación sobre la célula y la reproducción celular, con la cual se creará un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) el cual se aplicará en los mismos colegios en donde se realizó esta evaluación diagnóstica.

El diseño de este OVA se debe adaptar a las características propias, las necesidades y los intereses de la población a la cual va dirigido, en este se debe promover la inclusión de diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje-evaluación que favorezcan la apropiación de los conceptos de célula y reproducción celular, desde una propuesta didáctica que facilite la construcción de aprendizajes a partir de conocimientos previos, como herramienta para realizar diferentes actividades que desarrollen habilidades cognitivas, como medio amplificador del conocimiento para fomentar actividades entre los estudiantes, además de ser motivador, que dé la oportunidad a los estudiantes

de acceder a la comunicación y al conocimiento, facilite el aprendizaje autónomo, y que permita evidenciar sus ventajas como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje-evaluación, con la finalidad de preparar al estudiante para entender los avances biotecnológicos y su impacto en la vida actual.

Referencias

- Abril, A., Muela, F., y Quijano, R. (2002). Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los alumnos (1.ª fase). *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales Relación Secundaria Universidad*, Universidad de Jaén. Recuperado de: <http://apice.webs.ull.es/pdf/146-050.pdf>
- Afanador, H. (2013). Diagnóstico de concepciones alternativas sobre fotosíntesis y respiración. *Revista Educación, Pedagogía y Ciencias*, 5, 89-105.
- Ayuso, E., Banet, E., y Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: ¿resolución de problemas o realización de ejercicios? *Revista Enseñanza de las Ciencias* 14(2), 127-142. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n2/02124521v14n2p127.pdf>
- Ayuso, E., y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Revista Enseñanza de Las Ciencias*, 20(1), 133-157. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n1/02124521v20n1p133.pdf>
- Banet, E., y Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137-153. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n2/02124521v13n2p137.pdf>
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Revista Educación Química*, 15(3), 210-217. Recuperado de: <http://depa.fquim.unam.mx/sie/Documentos/153-bel.pdf>
- Bugallo, A. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 379-385. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n3/02124521v13n3p379.pdf>
- Caballer, M., y Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 172-180. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v10n2/02124521v10n2p172.pdf>

- Caballero, A. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 227-244. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v26n2/02124521v26n2p227.pdf>
- Campanario, J. M., y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n2/02124521v18n2p155.pdf>
- Cárdenas, F., Leal, H., y Sarmiento, F. (2003). Formación y evaluación de competencias en ciencias naturales. Trazas y miradas: evaluación y competencia. Universidad Nacional de Colombia. (Serie Universidad Nacional de Colombia. Proyecto Evaluación Censal de Competencias). Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1559/9/08CA-PI07.pdf>
- Chiappe, A. (2009). Acerca de lo pedagógico en los objetos de aprendizaje-reflexiones conceptuales hacia la construcción de su estructura teórica. *Estudios Pedagógicos*, 35(1), 261-272. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07052009000100016&script=sci_arttext&tlng=e
- Cuellar, L. Z. (2009). Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(2), 2-10. Recuperado de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/2834Cuellar.pdf>
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v6n2/02124521v6n2p109.pdf>
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481-501. Recuperado de: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069890110501?journalCode=t-sed20#.VffDzhHtmko>
- Gagliardi, M. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 30-35. Recuperado de: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a1986v4n1/edlc_a1986v4n1p30.pdf
- García, H., y Rodríguez, C., (1988). Ideas previas, esquemas alternativos, cambio conceptual y el trabajo en el aula. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 161-166. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v6n2/02124521v6n2p161.pdf>
- González Lazarini, N., Rossi, A., y Lorenzo, M. (2009). El conocimiento didáctico del contenido (CDC) como herramienta para explicar las relaciones entre el contenido a enseñar y las estrategias didácticas en Biología. *Revista Enseñanza de las Ciencias, VIII Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias (ISSN 0212-4521)* 2239-2244. Recuperado de: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap2239.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Ciudad: México D.F. Mc Graw Hill.
- ICFES (2013). Sistema Nacional de Evaluación Estándarizada de la Educación. Alineación del examen SABER 11.º. Recuperado de: http://www.icfes.gov.co/exámenes/component/docman/doc_view/775-alineacion-del-examen-saber-11?Itemid
- Íñiguez, F., y Oliván, M. (2013). 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. Recuperado de: http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/336/pdf_137
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1993). La función pedagógica de la evaluación. *Revista Aula de Innovación Educativa*, 20, 20-30. Recuperado de: http://cmap.upb.edu.co/rid=1MZRMJB40-1QBP18V-2N4/JORBA_Y_SANMARTI_la_funcion_pedagogica_evauacion.pdf
- Marín, R. (2000). Examen de Estado, Evaluación por competencias. Área de Ciencias Naturales. Panamericana.
- Martínez, S., y Guerrero, C. (2012). Diseño y desarrollo de una hipermedia didáctica para la enseñanza del concepto meiosis y mitosis (tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/4493/1/CB-0461261.pdf>
- Montero, I., y León, O. (2002). Clasificación y descripción de las metodologías de investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud/International Journal of Clinical and Health Psychology*, 2(3), 503-508. Recu-

- perado de: http://www.researchgate.net/profile/Ignacio_Montero/publication/26420207_Clasificacin_y_descripcin_de_las_metodologas_de_investigacin_en_Psicologa/links/004635296587c28fb0000000.pdf
- Mora, C., y Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 72-86. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3688983>
- Palmero, M. L. R. (2000). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3), 237-263. Recuperado de: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID66/v5_n3_a2000.pdf
- Parra, C. E., y Lago, V. (2003). Didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios. *Educación Médica Superior*, 17(2). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412003000200009&script=sci_arttext
- Santos Rodríguez, Z. M. (2014). Diseño e implementación de una unidad didáctica basada en TIC para el aprendizaje significativo del ciclo celular en los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Fe y Alegría la Cima de Medellín. <http://www.bdigital.unal.edu.co/46185/1/44006028.2014.pdf>
- Secretaria de Educación de Bogotá (2011). *Reorganización curricular por ciclos*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Recuperado de: http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/politicas_educativas/ciclos/Cartilla_Reorganizacion_Curricular%20por_ciclos_2da_Edicion.pdf
- Tekkaya, C., Özkan, Ö., y Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by Turkish high school students. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21). Recuperado de: <http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/icerik/makaleler/1048-published.pdf>
- Tibell, L. A., y Rundgren, C. J. (2010). Educational challenges of molecular life science: characteristics and implications for education and research. *CBE-Life Sciences Education*, 9(1), 25-33. Recuperado de: <http://www.lifescied.org/content/9/1/25.full.pdf+html>
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., Driver, R., y Leach, J. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 43-61. Recuperado de: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v16n1/02124521v16n1p43.pdf>

Anexo. Evaluación diagnóstica



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA
MAESTRÍA EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA SOBRE CÉLULA Y REPRODUCCIÓN CELULAR

Nombre: _____ Grado: _____ Edad: _____

Responda las siguientes preguntas de manera individual. Por favor no dejar ninguna pregunta sin responder. Los datos recogidos NO serán evaluados, únicamente serán utilizados en el diseño de una estrategia de aprendizaje. Gracias por su colaboración.

Responde las preguntas 1 y 2 de acuerdo a la siguiente información.

A continuación se presenta una lista de algunos organelos celulares y la función que cumplen dentro de la célula:

Organelo celular	Función
Núcleo	Contiene la mayor parte de la información genética.
Mitocondria	Produce la energía y contiene parte del material genético.
Cloroplasto	Contiene clorofila y sintetiza azúcares a partir de CO ₂ , agua y luz.
Lisosoma	Lleva a cabo el rompimiento (lisis) de moléculas.
Retículo endoplasmático rugoso	Lugar en donde se sintetizan las proteínas a partir de ARN mensajero.
Aparato de Golgi	Lugar donde se modifican y se unen azúcares y lípidos a las proteínas.

1. El organelo que da el color verde a las plantas es:

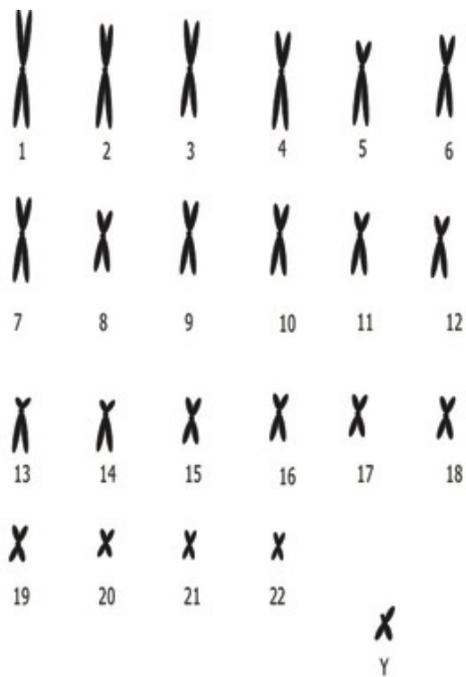
- a. El núcleo
- b. El lisosoma
- c. El cloroplasto
- d. La mitocondria

2. La proporción de organelos en las células depende de la función que estas realizan. Los espermatozoides, por ejemplo, necesitan una gran cantidad de energía para impulsarse y moverse, mientras que algunas células del estómago necesitan digerir grandes cantidades de alimento. Estos dos tipos de células tienen, respectivamente, una gran cantidad de:

- a. Lisosomas y aparatos de Golgi.
- b. Mitocondrias y lisosomas.
- c. Cloroplastos y mitocondrias.
- d. Retículo endoplasmático rugoso y cloroplastos.

Responde las preguntas 3 y 4 de acuerdo a la siguiente información.

El cariotipo es una prueba diagnóstica que muestra el número, tamaño y forma de todos los cromosomas de una célula de una persona. En un laboratorio se tomó una célula humana para estudiar el número, el tamaño y la forma de los cromosomas. Los resultados se muestran a continuación:



3. De acuerdo con el dibujo, la célula humana estudiada corresponde a un:
 - a. Glóbulo blanco
 - b. Óvulo
 - c. Glóbulo rojo
 - d. Espermatozoide
4. Este examen se puede utilizar para:
 - a. Realizar pruebas de paternidad
 - b. Determinar grupos sanguíneos
 - c. Detectar enfermedades genéticas
 - d. Determinar la presencia de infecciones
- 5.

	Gato	Mujer	Comadreja
Célula muscular	38	B	D
Óvulo	A	23	10
Neurona	38	C	20

En la anterior tabla, se muestra el número de cromosomas en un momento determinado para diferentes tipos de células en tres organismos. De acuerdo con esto el número de cromosomas que corresponde a las letras en las casillas es:

- A)38 B)23 C)46 D)10
- A)19 B)46 C)46 D)20
- A)76 B)12 C)12 D)20
- A)19 B)38 C)12 D)38

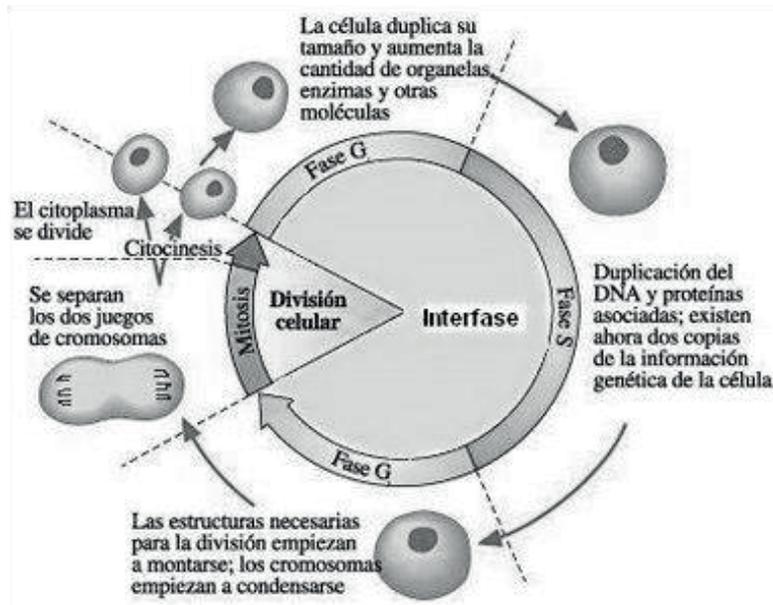
6. Cuando un cigoto humano se divide por primera vez, se forman dos células que luego seguirán dividiéndose y darán origen a un embrión multicelular. En raras ocasiones estas dos primeras células se separan; cuando esto ocurre, cada una de ellas se puede seguir dividiendo y dar origen a un embrión normal. Esto podría explicarse porque todas las primeras divisiones de un cigoto:

- Son mitóticas y producen dos células con núcleos idénticos
- Son meióticas y ocurren a partir de células con el mismo número de cromosomas
- Son mitóticas y producen células con más cromosomas de los que había originalmente
- Son meióticas y producen dos células con igual número de cromosomas

7. En la mosca de la fruta el número cromosómico en las células somáticas es de 8, al ocurrir la meiosis en las células sexuales este número se ve reducido a la mitad. Esto se puede explicar porque en el momento de la fecundación:

- Hay replicación cromosómica en el óvulo
- Hay duplicación cromosómica en el espermatozoide
- Ocurre la segunda división mitótica
- Se reestablece el número cromosómico en el cigoto

8. El siguiente esquema muestra las diferentes etapas por las que atraviesa una célula durante su ciclo celular



Una célula en fase G1 es colocada en un medio de cultivo apropiado para que continúe su ciclo celular; si por métodos artificiales se logra que entre las cinco fases únicamente se impida la realización de la mitosis, se puede esperar que con mayor probabilidad, al final del proceso se obtenga:

- Una célula con doble contenido cromosómico que la célula original
- Dos células una de las cuales contiene cromosomas y la otra no
- Cuatro células con el mismo contenido cromosómico de la célula original
- Una célula con la mitad de cromosomas de la célula original

9. En una célula humana ocurrió que durante el proceso de mitosis las cromátides de un cromosoma no se separaron y aún así se llevó a cabo la migración hacia los polos. En consecuencia una cromátide y su copia migraron hacia uno de los polos, como lo indica el siguiente gráfico.



De acuerdo con el enunciado anterior, se esperaría obtener al final de la división celular dos células hijas:

- Con 48 cromosomas cada una.
- Con 47 cromosomas.
- Una con 45 cromosomas y la otra con 47.
- Una con 48 cromosomas y la otra con 47.