

El modelo Bandler-Grinder de aprendizaje y la enseñanza de genética mendeliana en estudiantes costarricenses de décimo año

Stephanie Chavarría, Tania Bermúdez, Nancy Villalobos y Bernal Morera

Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica; bernal.morera@gmail.com

Recibido 7-IV-2012 Corregido 31-V-2012 Aceptado 8-VI-2012

ABSTRACT

The Bandler-Grinder Learning Model and teaching techniques for Mendelian genetics in Costa Rican tenth grade students. Education in genetics is basic for learning in other areas such as health, agriculture and environmental sciences. In Costa Rica, little is known about genetics education in high school, despite the importance of this discipline to society. Here we analyze the techniques used in two Costa Rican institutions to teach Mendelian genetics, and identify the learning styles based on the NLP Bandler & Grinder Learning Model. The research was conducted under a mixed approach in ten-grade students from two daytime high schools. We used three kinds of instruments: semi-structured interview, observation by recording critical incidents in class and a learning styles test. We found that the teachers had little knowledge of learning styles, and that lessons are developed mainly as master classes. Teachers and students do not agree on the degree of difficulty of several subtopics of Mendelian genetics. Even though the auditory style was predominant, we found that the prevalence is probably multifactorial.

KEY WORDS

Learning styles, Neuro-Linguistic Programming, classical genetics teaching, Mendelian inheritance, Costa Rican high school.

RESUMEN

En Costa Rica existen muy pocas investigaciones en el área de la enseñanza de la genética en secundaria, a pesar de la importancia que tiene esta disciplina actualmente, siendo base fundamental para otras áreas de las ciencias como las de la salud, las agrarias o ambientales. El propósito de este trabajo es analizar las técnicas utilizadas por dos profesoras para desarrollar los temas de genética mendeliana e identificar los diferentes estilos de aprendizaje que poseen los estudiantes de décimo año de dos colegios diurnos de Costa Rica. La investigación se desarrolló en un enfoque mixto, utilizando tres tipos de instrumentos. Entre los resultados más destacables se observó poco conocimiento del tema de estilos de aprendizaje por parte de las docentes; las clases que se desarrollan son del tipo magistral, además, los temas con mayor y menor dificultad en los tópicos de genética mendeliana no concuerdan entre profesoras y estudiantes. Existe diversidad de estilos de aprendizaje en los estudiantes, siendo el auditivo el de mayor predominancia a nivel general. Así mismo, se identificaron estudiantes que pueden desarrollar una alta o baja predominancia simultáneamente en los tres estilos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico), indicando que por lo general las personas durante su proceso de aprendizaje presentan varios estilos, cuya predominancia es posiblemente multifactorial.

PALABRAS CLAVE

Estilos de aprendizaje, genética clásica, herencia mendeliana, educación secundaria costarricense.

A nivel educativo se tiene claro que existen problemas serios respecto a los métodos de enseñanza utilizados en las diferentes disciplinas, tal es el caso del área de matemática, de física, de química, y en menor medida de biología (Lucas, 1986; Diez de Tancredi & Caballero, 2004; Figini & De Michell, 2005; Gutiérrez Deza, 2008; Mogollón, 2010). Un ejemplo de esto se presenta en la enseñanza de la física, en donde Carvajal (2005) concluye que, la metodología

como tal no existe, por el contrario, la didáctica de esta disciplina es producto de la inventiva, experiencia, actitud, creatividad, voluntad y motivación que posee cada docente, lo que va a permitir diseñar y proponer una forma particular de mediar en el salón de clase, utilizando de la mejor manera los recursos disponibles.

En Costa Rica son pocas las investigaciones realizadas en el área de la enseñanza de la biología (Monge-Nájera

& Chávez Ramos, 2005). Por ejemplo, Monge & Sisfontes (1998) proponen algunas actividades que propician la creatividad y el desarrollo cognitivo de los estudiantes en el tema de meiosis y el ciclo celular. Sin embargo, en lo que se refiere a los temas de genética clásica o mendeliana, que en el sistema de educación secundaria costarricense se ha mal-denominado "herencia mendeliana y no mendeliana" (MEP, 2005; p. 35-36), tras un análisis exhaustivo no fue posible encontrar referencias al respecto.

Estudios realizados en España muestran que el aprendizaje de la genética es poco significativo y escasamente comprendido por los estudiantes (Ayuso & Banet, 2000; Sigüenza Molina, 2000; Figini & De Michell, 2005). Es por esto, que Ayuso *et al.* (1996) analizan las causas que dificultan el aprendizaje de los contenidos de genética, entre las dificultades encontradas están las relacionadas con los conceptos al no comprender palabras o procesos, con el nivel de desarrollo cognitivo del estudiante, con el enfoque de los problemas y las estrategias de resolución y finalmente, con la noción errónea de tipo operatorio (no comprensión de las probabilidades).

Por su parte, Figini & De Michell (2005) afirman que el origen de las dificultades para el aprendizaje de los temas de genética clásica puede deberse a diversos factores como: la naturaleza de los conceptos, los conocimientos, las formas de razonamiento de los alumnos, las estrategias didácticas desarrolladas por los docentes y las características de los libros de texto utilizados para desarrollar estos contenidos. En este sentido, Pantuso *et al.* (2008) han sugerido que estrategias didácticas de articulación teórica-práctica puntuales como la resolución de problemas, pueden ayudar en los procesos de aprendizaje significativos de los fenómenos biológicos heredables y por tanto a mejorar el desempeño académico general.

Sumado a lo anterior, sabemos que los estudiantes son diversos y cada uno tiene el potencial de aprender de forma diferente, por lo que el docente debe conocer e implementar estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo de cada alumno (Programa Estado de la Nación, 2008; Morales Chacón, 2009), lo anterior en cualquier área del conocimiento. Cada persona es distinta y aprende de modo diferente; de ahí la importancia de conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, porque le permite al docente planear sus clases con actividades diversas, que atiendan los distintos estilos, para así potenciar el aprendizaje significativo y en el caso de los temas de genética mendeliana que facilite su comprensión en las aulas.

Para Alonso *et al.* (1994) los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los

estudiantes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje.

Existen varias categorizaciones de estilos de aprendizaje, dentro de los cuales se pueden mencionar: el modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann, el modelo de Felder y Silverman, el modelo de Kolb, el modelo de programación neurolingüística de Bandler & Grinder, el modelo de los hemisferios cerebrales, el modelo de Honey Alonso y el modelo de las inteligencias múltiples de Gardner (Cazau 2004).

En lo que se refiere a los estilos de aprendizaje, existen algunas investigaciones aplicadas en diversas áreas (Aguirre Chaves 2007), sin embargo pocas se enlazan con la enseñanza de la biología. Por ejemplo Alvarado (2008) propone estrategias basadas en metodologías de investigación con estudiantes de ciencias de octavo año, utilizando los estilos de aprendizaje propuestos por Alonso *et al.* (1994).

Por otro lado Monge & Zúñiga (2007), plantean cómo atender los estilos de aprendizaje en educación a distancia; en este caso se mencionan los estilos de tipo neurolingüísticos; sin embargo, no se utiliza ningún instrumento para determinar la predominancia. Salas Fuentes (2004), busca mejorar la disciplina, teniendo en cuenta la diversidad de estilos de aprendizaje, desarrollando la estrategia del juego. Pero en este caso si utiliza varios instrumentos para determinar el estilo de aprendizaje, dentro de los que se encuentra los de programación neurolingüística.

La preocupación de los docentes para mejorar la educación, tomando en cuenta los estilos de aprendizaje y la diversidad en el aula, debe ser fundamental para mejorar el desarrollo personal del alumno (Cabrera Albert & Fariñas León, 2005), y por ende el trabajo docente.

Por lo anterior esta investigación tiene como objetivo analizar las técnicas utilizadas por dos profesoras para desarrollar los temas de genética mendeliana e identificar los diferentes estilos de aprendizaje (Modelo de Programación Neurolingüística de Bandler & Grinder) que poseen los estudiantes de décimo año de dos colegios diurnos de Costa Rica, con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en dos colegios de educación secundaria, con jornada diurna, los cuales fueron elegidos intencionalmente debido a la accesibilidad y a la buena disposición de las autoridades en las respectivas Direcciones, a permitirnos trabajar con las docentes y los estudiantes durante el tiempo lectivo. Ambas instituciones se

localizan en zonas urbanas del Valle Central de Costa Rica, con poblaciones de aproximadamente 1000 estudiantes por institución. En adelante se mencionará a cada una de las instituciones como colegio A y colegio B.

Se trabajó con una profesora de biología por institución. En el colegio A los estudiantes que participaron en el proceso de investigación fueron 38, distribuidos en dos secciones llamadas en adelante 1 y 2 y en el colegio B se trabajó con 52 estudiantes, también distribuidos en dos secciones llamadas 3 y 4.

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto. La información recolectada en el proceso de investigación se obtuvo mediante distintos instrumentos; entre ellos una entrevista semi-estructurada con preguntas abiertas y cerradas a las educadoras; y otra entrevista a cuatro estudiantes de cada colegio. Además se utilizó la técnica de observación en clase, mediante el registro de incidentes críticos en tres ocasiones con cada una de las docentes, con el fin de analizar el trabajo en el aula realizado por las docentes y la respuesta de los estudiantes. Estos instrumentos permitieron obtener información de cómo se imparten las clases de genética mendeliana con respecto a la aplicación de los estilos de aprendizaje dentro del aula. Por último, se les realizó a todos los estudiantes de décimo año que participaron en la investigación un "test" de estilos de aprendizaje. Todos los instrumentos fueron diseñados por los investigadores a excepción del "test", que fue elaborado por el especialista en Psicología Educativa, Roberto Rodríguez (MEP, 2004) y el cual fue validado en 1997.

En el análisis de resultados se utilizó la triangulación como medio de interpretación de datos, esto permitió contrastar información cualitativa con datos cuantitativos. También se analizaron los datos de las entrevistas mediante matrices, las cuales facilitaron la comparación entre las respuestas obtenidas previamente. Por último se realizaron

figuras basadas en la información obtenida a partir del "test" de estilos de aprendizaje para facilitar la interpretación y comparación de los datos obtenidos.

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en las entrevistas, enfocadas en la pregunta de la utilización de técnicas creativas en el desarrollo de la genética clásica, ambas profesoras consideran que no pueden utilizarlas debido a que no cuentan con la cantidad suficiente de lecciones para esto (Cuadro 1). Por otro lado, las docentes sí consideran necesario el uso de diversas técnicas para impartir sus clases ya que tienen presente que los estudiantes cuentan con maneras diferentes para adquirir su aprendizaje. Sin embargo debido al poco tiempo que tienen para desarrollar los temas no se arriesgan, y utilizan los métodos tradicionales en sus clases, como enviar a sus estudiantes a la pizarra para revisar las prácticas o dejar trabajos de investigación.

Durante las observaciones realizadas en las clases de biología de ambas educadoras, se pudo notar que el desarrollo del tema se basaba en las explicaciones de las profesoras, utilizando únicamente como material de apoyo la pizarra o en determinados casos, el uso de fotocopias que reforzaban lo explicado, además las prácticas se copiaban en la pizarra o estaban incluidas en el material fotocopiado de los estudiantes. Por otro lado, los estudiantes coinciden en que en la mayoría de las ocasiones las docentes utilizan la pizarra para las explicaciones y que lo refuerzan con materiales fotocopiados. Esta situación la justifican las educadoras explicando que por limitaciones de tiempo, muchas veces no pueden aportar material extra para las explicaciones, por lo que recurren a las estrategias mencionadas.

CUADRO 1
Desarrollo de técnicas por parte de las docentes en los temas de genética mendeliana a estudiantes de décimo año de la educación secundaria en el Central de Costa Rica.

Pregunta	Profesora A	Profesora B
¿Utiliza técnicas creativas en el desarrollo del tema de genética mendeliana?	No, porque lo que se hace es explicar en la pizarra y realizar prácticas en el cuaderno.	No, por la extensión del programa del MEP y la pérdida de lecciones que se da en las instituciones por diversas razones.
¿Considera importante la utilización de diversas herramientas metodológicas en el desarrollo de una clase?	Si, ya que los estudiantes aprenden mejor si van a la pizarra, o si realizan los trabajos en grupo, como en el caso de investigaciones relacionadas con el tema.	Si, porque todos aprenden de diversas maneras.

Sumado a lo anterior, se les consultó sobre los temas de genética mendeliana que presentan mayor o menor dificultad, tanto a profesoras como a estudiantes; entre los resultados se logra visualizar la diferencia que existe en ambos sujetos de investigación en los temas que indicaron (Cuadro 2).

De acuerdo al Cuadro 2, se puede determinar que ambas educadoras difieren con sus estudiantes en lo que respecta a los contenidos que presentan mayor y menor dificultad. En el colegio A el contenido de cruces monohíbridos es según la profesora el de mayor dificultad, sin embargo al preguntarles a los estudiantes, describen dicho tema como el de menor. En las observaciones de clase realizadas por los investigadores la educadora hizo mucho énfasis en el manejo del tema de cruces monohíbridos, logrando que para esta población de estudiantes este tema alcanzara un alto grado de aprendizaje, tanto así que para

los alumnos al final resultó fácil de comprender. En el caso del colegio B, ninguna de las respuestas de la profesora y de los alumnos concuerda.

Otro tema analizado fue el de los estilos de aprendizaje. Las educadoras entrevistadas no tienen una idea clara del concepto de estilos de aprendizaje (Cuadro 3), el cual confunden con el de estilos de enseñanza. Por ejemplo, en la primera pregunta la profesora A dice: "el estilo de aprendizaje es la manera en cómo yo explico el tema" y en el caso de la profesora B dice: "son estrategias para la enseñanza y aprendizaje". Sin embargo, a pesar de no manejar correctamente dicho concepto, ellas sí tienen una idea de cómo incorporar los estilos de aprendizaje en el planeamiento de sus clases. Por ejemplo la docente A, afirma que en sus explicaciones desarrolla los tres estilos de aprendizaje, tal como lo señala en el Cuadro 3, en tanto la profesora B solo incluye el estilo auditivo.

CUADRO 2

Contenidos que ofrecen con mayor y menor dificultad a profesoras y estudiantes de décimo año de la educación secundaria en el Central de Costa Rica.

Colegios	Mayor dificultad		Menor dificultad	
	Profesoras	Estudiantes	Profesoras	Estudiantes
A	Cruces monohíbridos	Factor Rh	Enfermedades ligadas al sexo	Cruces monohíbridos
B	Enfermedades ligadas al sexo	Cruces monohíbridos	Grupos sanguíneos	Herencia intermedia

CUADRO 3

Conocimientos y aplicación de estilos de aprendizaje por dos profesoras de décimo año de la educación secundaria en Costa Rica.

Pregunta	Profesora A	Profesora B
¿Qué considera por estilos de aprendizaje?	La forma en cómo yo explico un tema es la forma en que el estudia, o práctica.	Diferentes maneras o estrategias que puedan realizarse desarrollarse en clase para el proceso de enseñanza aprendizaje.
¿Cómo incorporaría los estilos de aprendizaje dentro del planeamiento y en el desarrollo de las clases de biología, en el contenido de genética mendeliana?	En el procedimiento decir que actividades se realizaran, y decir cuál de los estilos se va a utilizar. Aplicando paso a paso lo que se explica	Por medio de bastante práctica, explicar varias veces, acercarse al estudiante individualmente. Con trabajos extras.
Incorpora usted los estilos de aprendizaje dentro del planeamiento didáctico y en el desarrollo de sus clases.	Si porque visualizan en la pizarra, escuchan las explicaciones y las aplican en las prácticas.	Solamente auditivo por las explicaciones

Fuente: entrevistas a docentes

Estilos de aprendizaje – Test

Los resultados obtenidos en el “test” de estilos de aprendizaje, revelaron características importantes en cuanto a la diversidad de maneras de aprender que existen en un ambiente de clase. En la figura 1 se evidencia la preferencia del estilo de aprendizaje auditivo, en tanto que el estilo visual es el que presenta menor porcentaje a nivel de preferencia.

Al analizar la figura 2, se observa que en la sección 1 del colegio A, existe una predominancia alta del estilo auditivo, sin embargo el estilo predominante de los estudiantes de la sección 2, es visual. Al contrastar los dos grupos de la profesora A, se evidencia la ya citada diversidad en cuanto a la manera de aprender de los alumnos.

Por el contrario, en el colegio B en ambas secciones, el que predomina es el estilo auditivo (Fig. 2). A su vez, el estilo kinestésico tiene un porcentaje importante que posiblemente no se esté reforzando durante las clases. El estilo visual no tiene gran incidencia en ninguno de los grupos.

Tal como se muestra en forma ilustrativa en la figura 3, algunos estudiantes desarrollan los estilos visuales, auditivos y kinestésicos de manera simultánea, en mayor o menor grado. Como se puede observar en dicha figura, los

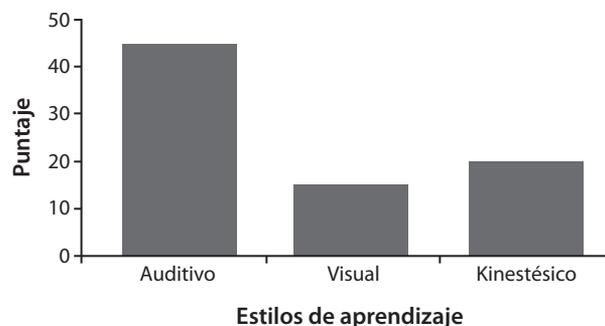


FIG. 1. Preferencia general de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del décimo año de los dos colegios participantes.

Fuente: “tests” de estilos de aprendizaje.

estudiantes 1 y 2 reflejan los dos casos extremos, uno posee los tres estilos con un puntaje muy bajo y el otro también posee los tres estilos, pero tiene un puntaje muy alto.

Por otro lado, los resultados obtenidos a partir de las entrevistas a docentes muestran la gran diversidad de aprendizaje en los distintos estudiantes tanto del colegio A como del B.

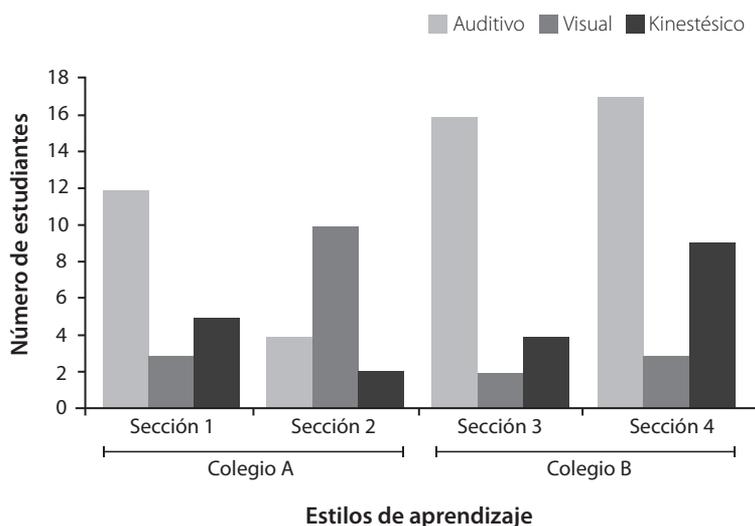


FIG. 2. Comparación de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del décimo año de ambos colegios participantes por secciones.

Fuente: “tests” de estilos de aprendizaje.

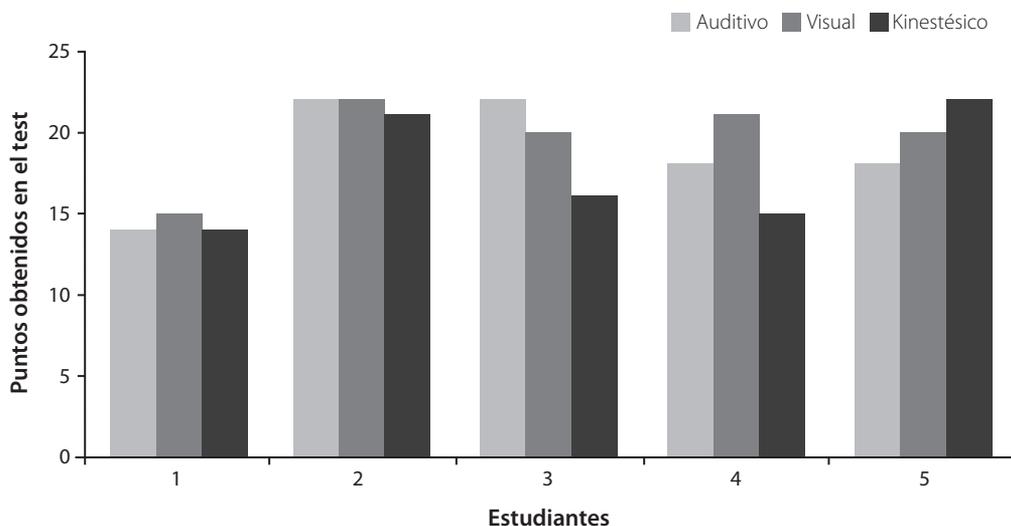


FIG. 3. Comparación de predominancia de estilos de aprendizaje en cinco estudiantes de décimo año seleccionados de las dos instituciones participantes.

Fuente: "tests" de estilos de aprendizaje.

DISCUSIÓN

Respecto a las estrategias usadas en clase para la enseñanza de la genética, al triangular la información obtenida en las entrevistas (estudiantes y profesoras) y las observaciones, es posible afirmar que las clases son de tipo magistral. Según fue definido por Picado (2002) "el docente es un transmisor de conocimiento y el alumno se reduce a memorizar, repetir conocimientos y seguir las normas pre-escritas por el docente", lo que no ineludiblemente va a generar motivación en los estudiantes por comprender conceptos, que en la actualidad son de gran interés. Tal y como lo señalan Pozo Municio *et al.* (1998, p. 45) "sin motivación no hay aprendizaje escolar".

A pesar de que las docentes participantes de esta investigación consideran muy importante el uso de técnicas creativas para la enseñanza de un tema en particular, para el tema de genética mendeliana, utilizan una única metodología de modo que el proceso de enseñanza y aprendizaje no pasa de ser tradicionalista y no tan llamativo para los estudiantes. La justificación a todo esto, se sustenta en el poco tiempo con que cuentan los docentes para abarcar todos los temas, razón por la que deben recurrir a técnicas más guiadas, que contribuyen de forma insuficiente a desarrollar en los alumnos la creatividad, la criticidad, el

significado de lo que aprenden y por ende el interés en un tema. Sabemos que los programas de estudio de Biología, así como otros de la Educación Diversificada de Costa Rica, están cargados de temas y que hasta cierto punto se convierten en una repetición de contenidos que no lleva a un aprendizaje significativo.

La consulta, tanto a profesoras como a estudiantes, respecto a los temas de genética mendeliana que presentan mayor o menor grado de dificultad arrojó resultados discordantes, esto evidencia que las percepciones sobre la dificultad de los temas son diferentes, lo que ocasiona que temas con grados de dificultad altos para los estudiantes no se atiendan de la mejor forma y como tal, no se logre un aprendizaje significativo. Por otra parte el hecho de que los estudiantes encuentren fácil un tema, que las docentes consideran que tiene mayor dificultad, puede deberse a que éstas busquen la mejor manera de explicar contribuyendo a que los estudiantes tengan una mayor comprensión. Para ambos colegios, las diferencias existentes evidencian que el contenido elegido por las educadoras como el de mayor dificultad es debido a su percepción, probablemente como producto de su experiencia adquirida en el transcurso de los años previos, pero que no concuerda necesariamente con lo expresado por los estudiantes.

Otro tema examinado fue el de los estilos de aprendizaje. Como lo señalan Alonso *et al.* (1994), estos son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los alumnos perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje.

A juzgar por lo expresado en las entrevistas, las docentes confunden el concepto de estilos de aprendizaje, con el de estilos de enseñanza. Este hecho llama bastante la atención ya que la teoría de los Estilos de Aprendizaje ha sido utilizada como una forma de reflexionar, analizar e inferir hipótesis y conclusiones a nivel de los contextos educativos (Quintanal & Gallego, 2011). Como lo indica Martínez (2009) los estilos de enseñanza son las categorías de comportamientos que el docente exhibe habitualmente en cada momento de la actividad de enseñar. Se fundamentan en actitudes que le son inherentes, abstraídas de su experiencia académica y profesional y no dependen de los contextos en que se muestran.

Si bien es cierto, ambas educadoras no tienen claro el concepto de estilos de aprendizaje, sí tienen una idea de cuáles son las características de los estilos visuales, auditivo y kinestésicos, lo que ayudaría que a nivel general desarrollaran algunas actividades que potencien dichos estilos en los estudiantes, contribuyendo probablemente a un mejor desempeño, en forma semejante a lo observado por Pantuso *et al.* (2008) en estudiantes universitarios de un curso de genética. De hecho, la planificación de una clase es un pilar fundamental en el desarrollo de un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes.

En cuanto a los estilos de aprendizaje manifestados por los estudiantes, como era de esperarse, en los grupos existe diversidad. A diario, profesores de las distintas áreas deben enfrentarse a una diversidad cognitiva, que lleva a generar estrategias que como anteriormente se ha mencionado motiven a los estudiantes durante su aprendizaje.

En la mayoría de las ocasiones, las clases, al ser magistrales (como en el caso de esta investigación), tienden a utilizar como principal estrategia de enseñanza la pizarra y las fotocopias. Sin embargo, en nuestros resultados el estilo visual es el que presenta menor porcentaje a nivel de preferencia. No obstante, como lo indica Cazau (2004) este resultado significaría una tendencia general, ya que todas las personas poseen los tres estilos de aprendizaje, pero por lo general se favorece uno de ellos.

Lo anterior indica que el docente, en el mejor de los casos, debe tratar de introducir estrategias metodológicas variadas y equilibradas con el fin de atender las diferentes formas de aprendizaje presentes en su salón de clase. Sin embargo, esto no es lo real, ya que como se reflejó en los resultados, los procesos de enseñanza vigentes llevan el

aprendizaje de una manera vertical, con una didáctica derivada de modelos academicistas, favoreciendo solo ciertos estilos de aprendizaje. Además tampoco contribuye a que los estudiantes puedan analizar, investigar y reflexionar los temas desarrollados.

Como señalan Coloma *et al.* (2008), los estilos podrán variar según las circunstancias, contexto, tiempos de aprendizaje, edad, nivel de exigencia y estado anímico, entre otros. Es importante no encasillar a los alumnos ya que su forma de aprender puede variar de acuerdo a la diversas situaciones (Laugero *et al.*, 2009; López & Silva, 2009).

Por esto, si el docente utiliza siempre una misma metodología en todo su quehacer pedagógico, estaría favoreciendo solo un estilo en particular, como se ha comentado en párrafos anteriores. Razón por la que como educadores, debemos de tener presente que los estudiantes tienen diferentes maneras de aprender y que esto crea la necesidad de buscar nuevas alternativas que puedan favorecer los distintos tipos de aprendizaje, con el fin de formar estudiantes que le encuentren sentido a lo que aprenden.

Un último aspecto que vale la pena discutir es que en el sistema de educación secundaria costarricense los temas de genética clásica son denominados (1) Herencia Mendeliana y (2) Herencia No Mendeliana. Sin embargo, el término "no mendeliano" (MEP, 2005; p. 36) es erróneamente utilizado en este contexto.

Se incluyen bajo ese título los tópicos: herencia intermedia, sistemas de alelos múltiples y herencia de grupos sanguíneos ABO y Rh. En todos estos casos los alelos se heredan y recombinan según los principios mendelianos (Klug *et al.*, 2008), aun cuando las expectativas estadísticas puedan variar respecto a los cruces clásicos. Incluso el tema de "herencia ligada al sexo", contenido bajo ese título no es más que un caso particular referido a aquellos genes cercanamente localizados en el mismo cromosoma. De hecho, en libros populares de texto se refiere a estos tópicos como ampliaciones o extensiones de las leyes de Mendel (Klug *et al.*, 2008; p. 73-110), o como interacciones génicas (Griffiths *et al.*, 2000).

Ciertamente, existen tópicos como partenogénesis o herencia extranuclear (Klug *et al.*, 2008; p. 245- 264), que podrían ser descritos como "herencia no mendeliana". Sin embargo, tales temáticas no son estudiadas en décimo año de la secundaria. Por tanto, resulta pertinente revisar las temáticas abordadas en el sistema de educación secundaria costarricense, porque están conceptualmente distorsionadas respecto a la genética moderna.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Susana Jiménez Sánchez, Isabel Torres Salas y José Miguel Pereira Chaves sus valiosos comentarios a versiones previas de este trabajo.

REFERENCIAS

- Aguirre Chaves, M. (2007). Algunas reflexiones en torno al estilo de aprendizaje empleado por estudiantes universitarios. *Revista Electrónica Educare* 11: 65-79. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/1336/1256>
- Alonso, C., Gallego, D. & Money, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora*. Ediciones Mensajero, Bilbao, España.
- Alvarado, M. (2008). *Estrategias didácticas que consideran los estilos de aprendizaje de los estudiantes de ciencias de octavo año en colegios académicos públicos diurnos, aplicando metodologías de investigación*. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Ayuso, E., Banet, E. & Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato. II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? *Enseñanza de las Ciencias* 14: 127-142. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n2p127.pdf>
- Ayuso, G. & Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias* 20: 133-157. Recuperado de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v20n1p133.pdf>
- Cabrera Albert, J.S. & Fariñas León, G. (2005). El estudio de los estilos de aprendizaje desde una perspectiva vigostkiana: una aproximación conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación* 37: 1-9. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/1090Cabrera.pdf>
- Carvajal, A.C. (2005). *Una propuesta metodológica para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes, para el tema leyes de Newton*. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Cazau, P. (2004). *Estilos de aprendizaje: Generalidades*. Recuperado de http://pcazau.galeon.com/guia_esti01.htm
- Coloma, C., Manrique, L., Revilla, D. & Tafur, R. (2008). Estudio descriptivo de los estilos de aprendizaje de docentes universitarios. *Revista de Estilos de Aprendizaje* 1: 124-142. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_1/artigos/lsr_manrique_villavivencio_figuroa_puente.pdf
- Diez de Tancredi, D. & Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de Investigación* 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 medio y la educación polimodal: Contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra (VII congreso): 16-28. Recuperado de www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/vrac/...6/verguel_elizabeth.pdf
- Gutiérrez Deza, L. (2008). La enseñanza de la genética. *Revista Latinoamericana de Genética* ALAG 1: 3-13.
- Griffiths, A.J.F., William, W.M., Miller, J.H. & Lewontin, R.C. (2000). *Genética Moderna*. Interamericana-McGraw & Hill, Madrid, España.
- Klug, W.S., Cummings, M.R. & Spencer, C.A. (2008). *Conceptos de Genética*. Octava Edición. Pearson Educación - Prentice Hall, Madrid, España.
- Laugero, L., Balcaza, G., Salinas, N. & Craverri, A. (2009). Una indagación en el estilo de aprendizaje de los alumnos en distintos momentos de su vida universitaria. *Revista Estilos de Aprendizaje* 4: 101-113. Recuperado de www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_4/.../lsr_4_articulo_7.pdf
- López, M. & Silva, E. (2009). Estilos de aprendizaje. Relación con motivación y estrategias. *Revista Estilos de Aprendizaje* 4: 1-21. Recuperado de www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/...4/.../lsr_4_articulo_3.pdf
- Lucas, A. (1986). Tendencias en la investigación sobre enseñanza aprendizaje de la biología. *Enseñanza de las Ciencias* 4: 189-198. Recuperado <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94198>
- Martínez, P. (2009). Estilos de Enseñanza: Conceptualización e Investigación. *Revista Estilos de Aprendizaje* 3: 3-19. Recuperado http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_3/artigos/lsr_eva.pdf
- MEP. (2004). *La Evaluación de los aprendizajes en el contexto de la atención de las necesidades educativas de los estudiantes*. Ministerio de Educación Pública, República de Costa Rica. Editorama, San José, Costa Rica.
- MEP. (2005). *Programas de Estudio 2005*. Biología Educación Diversificada. Ministerio de Educación Pública, República de Costa Rica. Imprenta Nacional, San José, Costa Rica.
- Mogollón, E. (2010). Aportes de las neurociencias para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Electrónica Educare* 14: 113-124. Recuperado de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/905>
- Monge, O. & Sifontes, J. (1998). *Propuesta didáctica, ciclo celular. Meiosis. Un enfoque ambientalista para estudiantes de secundaria*. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Monge, X. & Zúñiga, J. (2007). *La atención a la diversidad de los estilos de aprendizaje en el componente a distancia de un curso bimodal en la maestría en pedagogía con énfasis en*

la diversidad de los procesos educativos. Tesis para optar al grado de Maestría en Pedagogía. Centro de Investigación y Docencia en Educación, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

- Monge-Nájera, J. & Chávez Ramos, M. (2005). ¿Qué piensa usted de la evolución? La percepción de la evolución en el Área Metropolitana de Costa Rica en 1993 y en el 2004. *Bioce-nosis* 19: 60-64.
- Morales Chacón, K. (2009). Conceptualización docente acerca de las características, necesidades educativas especiales y posibles respuestas pedagógicas para los educandos con superdotación en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED* 1: 1-12.
- Pantuso, F.S., Ros G., M.C. & Giordano Buiani, A.R. (2008). Los aprendizajes significativos en Genética: la resolución de problemas como estrategia de articulación teórica-práctica. *Revista Latinoamericana de Genética ALAG* 1: 27-31.
- Picado, F.M. (2002). *Didáctica general, una perspectiva integradora*. EUNED, San José, Costa Rica.
- Pozo Municio, J.I., Pozo, J.I. & Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia: del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico*. Ediciones Morata, Madrid, España.
- Programa Estado de la Nación. (2008). *Aporte especial: Los programas de formación docente a la luz del conocimiento actual sobre el neurodesarrollo y las bases neurobiológicas del aprendizaje. Segundo Informe del Estado de la Educación*. Programa Estado de la Nación, San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.estadonacion.or.cr/index.php/biblioteca-virtual/costa-rica/educacion/aportes-especiales/informe-ii-ap-2>
- Quintanal, F. & Gallego, D. (2011). Incidencia de los Estilos de Aprendizaje en el rendimiento académico de la física y química de secundaria. *Revista Estilos de Aprendizaje* 8: 198-223.
- Salas Fuentes, W.A. (2004). *Mejoramiento de la disciplina, atendiendo la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje utilizando la estrategia del juego. Tesis para optar al grado de Maestría en Pedagogía*. Centro de Investigación y Docencia en Educación, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Sigüenza Molina, A.F. (2000). Formación de modelos mentales en la resolución de problemas de genética. *Investigación Didáctica* 18: 439-450. Recuperado de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v18n3p439.pdf>

