

Aprender sobre herencia genética: Más que un cuadro de Punnett

Aprender sobre herança genética: mais de um quadro de Punnett

Yónier Alexander Orozco Marín

Integrante Grupo de Investigación Biología, Enseñanza y Realidades (BER)
Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. E-mail: apmusicomano@gmail.com

Resumen

La genética es tema de importancia en los procesos de enseñanza aprendizaje de la biología debido a su incursión en varios fenómenos sociales donde es necesaria la participación de todos los ciudadanos. Estos conceptos son difíciles de asimilar por los estudiantes y más en contextos donde el conocimiento sobre lo vivo se encuentra fragmentado sin ofrecer la oportunidad al estudiante de relacionar lo que aprende. El cuadro de Punnett se ha convertido en un ejercicio mecánico que se aborda en la escuela y no en una herramienta para la integración de algunos conceptos por parte de los estudiantes. El objetivo de este trabajo fue promover la integración de conceptos relacionados con la herencia genética en estudiantes de grado noveno mediante el cuadro de Punnett como punto de integración mediante una experiencia de aula en tres fases: Reconocimiento de ideas previas, Actividades de integración de conceptos y el Reconocimiento de los aprendizajes conceptuales de los estudiantes, encontrando que este más que un objetivo de aprendizaje, el cuadro de Punnett puede constituirse en una herramienta para la comprensión de conceptos de herencia genética.

Palabras clave: enseñanza aprendizaje de la genética, estrategias de aprendizaje, aprendizajes conceptuales.

Resumo

A genética é um assunto de importância nos processos do ensino e a aprendizagem da biologia, por causa de sua incursão em vários fenômenos sociais onde é necessário a participação de todos os cidadãos. Estes conceitos são difíceis de compreender pelos alunos em contextos onde o conhecimento sobre a vida é fragmentado, sem oferecer a oportunidade para que os alunos relacionar o que aprendem. O Quadro de Punnett tornou-se um exercício mecânico abordados na escola e não uma ferramenta para a integração de alguns conceitos pelos alunos. O objetivo deste trabalho foi o de promover a integração de conceitos relacionados à genética em estudantes do nono grau com o quadro de Punnett como um ponto de integração através de uma experiência de aula em três fases: Reconhecimento das idéias dos alunos, Atividades de integração de conceitos e Reconhecimento da aprendizagem conceitual dos alunos, achando que isso é mais do que um objetivo de aprendizagem, o quadro de Punnett pode se tornar uma ferramenta para a compreensão dos conceitos de herança genética.

Palavras-chave: ensino aprendizagem da genética, estratégias de aprendizagem, a aprendizagem conceitual.

Introducción

La genética es uno de los temas que más se abordan en los procesos de enseñanza aprendizaje de la biología, esto se debe a que en la actualidad la repercusión social de problemas relacionados con estos temas, tales como la clonación, el descubrimiento del genoma humano, la posibilidad de terminar con las enfermedades de origen genético o la proveniencia de los medicamentos que circulan en la sociedad (QUIJANO et al., 2000) sugieren que los ciudadanos deben comprender aspectos básicos de la genética para establecer posición y tomar decisiones ante estas situaciones. La genética como disciplina experimenta una notable evolución, convirtiéndose en punto de encuentro de campos de la biología antes dispersos, posiblemente esto sea motivo de las diagnosticadas dificultades en el aprendizaje de conceptos de la genética por parte de los estudiantes, considerada una de las temáticas más difíciles de enseñar y aprender (RESENDE; KLAUTAU, 2011). El motivo de las dificultades para el aprendizaje de esta temática también puede deberse a la naturaleza de los conceptos de esta disciplina, los conocimientos y formas de razonamiento de los alumnos, las estrategias didácticas implementadas (FIGINI; DE MICHELI, 2003). Una de las potenciales barreras a la comprensión de los fenómenos genéticos por parte de los estudiantes al parecer está relacionada con las concepciones previas de los estudiantes (LEWIS, 2004).

Orientar el proceso de enseñanza aprendizaje de la herencia genética para que el estudiante comprenda la localización, transmisión y cambios de las características hereditarias contribuiría a su vez para que comprenda mejor el significado de ciertos fenómenos biológicos importantes, como la división celular o la reproducción de los seres vivos (BANNET; AYUSO, 1995). Aún así en los procesos de enseñanza aprendizaje de la herencia genética suele darse una fragmentación del conocimiento y no se favorece una integración de conceptos por parte del estudiante para que avance hacia una mejor comprensión de lo vivo, el estudiante aprende a realizar un cuadro de Punnett para determinar probabilidad de herencia de un carácter, desconociendo que este proceso de herencia se encuentra relacionado con procesos de división celular, funciones de las proteínas y enzimas como expresión del genotipo o la misma estructura celular. El cuadro de Punnett se convierte entonces en un objetivo de enseñanza aprendizaje y no en una herramienta que posibilite la integración de conocimientos para la comprensión de fenómenos como las diferencias entre hijos de los mismos padres, la herencia de enfermedades, entre otros.

En términos de Pozo (1992) se debe diferenciar el aprendizaje de hechos y datos del aprendizaje de conceptos, los datos son aprendidos como lenguaje o vocabulario que se olvidan rápidamente mientras que los conceptos se aprenden mediante las relaciones que se establecen con otros conceptos teniendo como punto de partida las ideas previas de los estudiantes, siendo estas la comprensión y explicación que los estudiantes atribuyen a fenómenos relacionados con lo vivo. De acuerdo a lo anterior promover el aprendizaje de conceptos relacionados con la herencia genética por parte de los estudiantes requiere planear una secuencia de actividades que tengan coherencia conceptualmente y se encuentren encaminadas a que los alumnos establezcan relaciones entre conceptos trascendiendo la solución mecánica de ejercicios como el cuadro de Punnett para promoverlo como un punto en el que confluyen varios conceptos de la herencia genética, la estructura y división celular y la función de las proteínas y enzimas en la constitución del fenotipo. Un ejemplo de la posibilidad de integración de estos conceptos se encuentra en la figura 1, la herencia del

carácter del color de los ojos es un proceso que incluye desde la formación de los gametos (meiosis) y las características de los genes que codifican las proteínas para este carácter, en el cuadro de Punnett se determinan las posibilidades de combinación de estos genes en los nuevos individuos, genotipo que se integrará en la fecundación y hará parte de todas las células del cuerpo por procesos de división celular (mitosis) desde el desarrollo embrionario, estos genes harán parte de todas las células del cuerpo pero solo expresarán su información en las células donde se produzcan o sean requeridas las proteínas que cumplirán ciertas funciones como enzimas o en estructura en el organismo expresando el fenotipo (Ojos oscuros) en influencia con el ambiente.

El objetivo de este trabajo fue promover el aprendizaje de contenidos conceptuales acerca de la herencia genética por parte de los estudiantes de grado noveno de una Institución educativa pública de Bogotá D.C. con el cuadro de Punnett como punto de integración de conceptos relacionados con la división y morfología celular y las proteínas en la constitución del fenotipo. Lo anterior sin desconocer que los aprendizajes conceptuales están estrechamente vinculados con el desarrollo de aprendizajes procedimentales y actitudinales, aunque este trabajo se orientó principalmente al desarrollo de aprendizajes conceptuales.

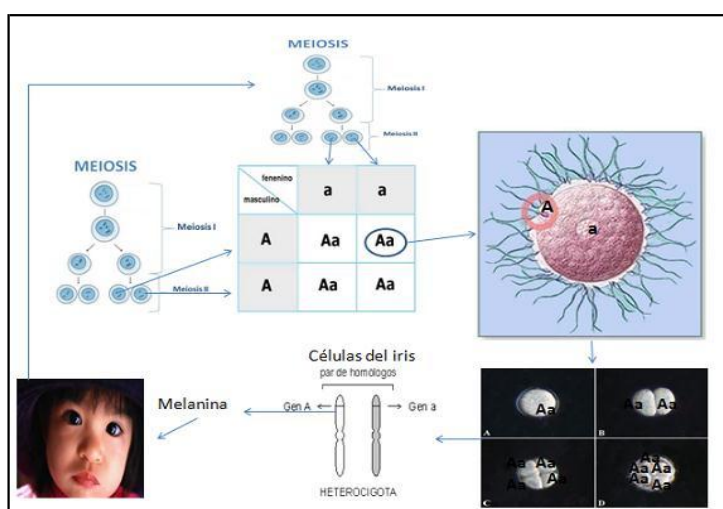


Figura 1. Conceptos relacionados en la herencia genética del carácter color de ojos.

Metodología

El trabajo fue realizado en el marco del espacio académico Práctica Profesional I del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital, con 32 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Distrital La Estancia San Isidro Labrador de Bogotá D.C. entre los 13 y 18 años de edad. El proyecto fue desarrollado en tres etapas: Reconocimiento de ideas previas, actividades de integración de conceptos y caracterización de aprendizajes conceptuales desarrollados por los estudiantes.

Reconocimiento de ideas previas

Se diseñó un instrumento para el reconocimiento de ideas previas, entendiendo estas como la comprensión que el estudiante posee y da cuenta de ella al atribuir explicaciones a fenómenos relacionados con lo vivo, en este caso, fenómenos relacionados con la herencia genética, en palabras de Giordan y Vecchi (1996) estas ideas previas son traducciones particulares de la realidad de aquel que aprende, lo que le permite al estudiante construir un tipo de lectura aplicable a su entorno. En este sentido se plantearon 6 preguntas con el fin de identificar la

comprensión que el estudiante expresa al dar explicación a situaciones relacionadas con la herencia genética, así como los conceptos que integra en estas explicaciones, estas fueron: 1. ¿Qué puedes y qué no puedes heredar de tus padres genéticamente? 2. ¿Por qué se pueden presentar diferencias físicas entre hermanos como el color de ojos, color del cabello, estatura, entre otros, si ambos son hijos de los mismos padres? 3. ¿Qué factores pueden influir en que en ciertas partes del mundo la mayoría de las personas sean altas, de piel blanca y cabellos rubios; y en otras partes las personas no sean tan altas, sean de piel morena y cabello generalmente oscuro? 4. Una madre de raza blanca presta su vientre para gestar al hijo de una pareja negra ¿Cómo crees que nacerá el hijo y por qué? 5. ¿Los hijos se parecen más a los padres y las hijas a las madres? Explica tu respuesta, y 6. Una planta que crece en un valle tendrá hojas más anchas y tallos más largos, pero éste mismo tipo de planta al crecer en una montaña no tendrá las hojas tan anchas y sus tallos no serán tan largos. Explica por qué.

Actividades de integración de conceptos

A partir de los resultados encontrados en los instrumentos de caracterización de ideas previas de los estudiantes, se diseñaron 5 actividades encaminadas a la complejización de lo que el estudiante comprendía de la herencia genética, estas se resumen en la tabla 1. Los conceptos abordados en esta planeación estuvieron en concordancia por los propuestos por el plan de área de ciencias naturales de la Institución, procurando en esta ocasión que el estudiante encontrara coherencia y relacionara estos conceptos.

Actividad	Objetivo de aprendizaje conceptual
Laboratorio de extracción de ADN de células vegetales (frutas) y de células animales (a partir de saliva).	Comprender la estructura celular y la ubicación de la información genética en la célula. Comprender que todas las células del cuerpo tienen la misma información genética.
Presentación audiovisual sobre situaciones en las que el ADN influye y exposición por parte de los estudiantes.	Comprender la importancia de relacionar conceptos para llegar a explicaciones más elaboradas. Integrar las funciones de las proteínas a la comprensión de la estructura celular.
Consultando sobre las enfermedades genéticas, las proteínas involucradas en ellas y sus patrones de herencia.	Integrar los conceptos de división celular, estructura celular y papel de las proteínas en la explicación de los patrones de herencia de ciertas enfermedades.
Integrando mis conocimientos: el cuadro de Punnett.	Relacionar los conceptos desarrollados previamente en la elaboración de cuadros de Punnett para la determinación de la probabilidad de heredar una enfermedad consultada previamente o un carácter físico.
Evaluación para el reconocimiento de conceptos que el estudiante integra relacionados con la herencia genética.	Integrar conceptos aprendidos al atribuir explicaciones a fenómenos relacionados con la herencia genética.

Tabla 1. Actividades de integración de conceptos.

Reconocimiento de aprendizajes conceptuales desarrollados por los estudiantes

Se llevó registro de lo ocurrido en todas las clases por medio del diario de campo, donde se relataba la descripción de la clase, la reflexión sobre lo ocurrido y las preguntas que de esta surgían. Como material de análisis también se dispuso de los trabajos y consultas realizadas

por los estudiantes, así como el instrumento de evaluación que se diseñó para la última actividad. El análisis del proceso de aprendizaje de los estudiantes se realizó desde un enfoque interpretativo, donde según Arnal y Latorre (1992) el interés se centra en el estudio del significado de las acciones humanas, enfatizando en la interpretación y comprensión de la realidad educativa desde los significados de las personas implicadas en los procesos de enseñanza aprendizaje en este caso los estudiantes.

Resultados y discusión

Caracterización de las ideas previas

A modo general en la caracterización de las ideas previas de los estudiantes se encontró que en muy pocos casos incorporan conocimientos desarrollados en anteriores clases con el profesor titular a sus explicaciones, lo que indica que para interpretar fenómenos relacionados con la herencia recurren principalmente a sus propias intuiciones y las evidencias de su vida cotidiana, siendo estas últimas siempre relacionadas con explicaciones a un nivel macro. La biología es una ciencia que se desenvuelve en varios niveles de organización (Mayr, 2004) y es importante que los estudiantes desarrollen explicaciones estableciendo conexiones entre ellos. Una estudiante establece conexión con el nivel celular y molecular al explicarse qué es lo que se puede heredar de los padres y que no, ante ello responde *pues yo lo que sé es que el espermatozoide y el óvulo van a tener genes y cuando se une se determina si va a tener el color de los ojos*; esta explicación evidencia una conexión con estos niveles y por lo tanto una mejor aproximación a la comprensión de los procesos que definen rasgos particulares como el color de los ojos de una persona.

Estas explicaciones presentaron una mayor comprensión en estudiantes en los que el uso de términos les permitía expresar ideas más organizadas, tal como el caso de la estudiante que plantea que *todos somos diferentes y no podemos ser iguales así fuéramos hijos de los mismos padres, nuestra **composición genética** es diferente a la de nuestros hermanos*, en este caso se hizo necesario plantear situaciones en el aula relacionados en el caso de gemelos que lleven a los estudiantes a complejizar sus ideas atribuyendo además a sus representaciones la participación del ambiente en la variación del fenotipo de una persona y la diferenciación con otras, y como se ha mencionado antes, que de nuevo logren incorporar el nivel celular a sus explicaciones como lo hace un estudiante al indicar que *el espermatozoide con información no va a fecundar a los dos hijos si no que a cada óvulo lo fecunda un espermatozoide diferente*.

Un ejemplo que respalda la teoría de Cubero (1994) de que las personas no siempre responden ante las situaciones con un sistema integrado de conocimientos es que cuando los estudiantes se les presentó una situación en la que se podía hacer más evidente la influencia del ambiente en la expresión de características físicas de un individuo reconocen la importancia de éste, hecho que no se evidenció en otras preguntas donde también se podían atribuir influencias del ambiente en la respuesta, esto se ejemplifica en dos de las preguntas que consistía en establecer que factores podían influir en que en ciertas partes del mundo las personas presentaran características de manera general muy diferentes a las de otros lugares (Estado Unidos y latinos) y la pregunta de la planta que crecía en un valle y esa misma especie cultivada en montaña presentaba características muy diferentes por ejemplo en sus hojas; ante estas preguntas todos los estudiantes lo relacionaron de alguna manera con la influencia del medio sobre este proceso e incluso incorporaron otros factores de interés, pero a modo común como en la mayoría de preguntas en pocos casos se presentó una vinculación de niveles diferentes de organización de la vida en las explicaciones a excepción de un caso

en el que una estudiante menciona que *los factores pueden ser que en unos lugares están unos genes diferentes de antepasados y de pronto la diferencia de países puede influir ahí*. Otras respuestas vinculan conocimientos en los que se atribuye a las diferencias causas relacionadas con la expresión de genes (aunque no de manera explícita) para la formación de proteínas que pueden determinar diferencias en el fenotipo de algunas poblaciones al asegurar que *en algunos lugares la persona de piel blanca no tiene tanta melanina y la negra tiene demasiada*, otros atribuyen factores culturales a la presencia de estas diferencias al asegurar que *depende de sus costumbres, lo que comen, como viven, el clima etc.*

Estas ideas previas no fueron interpretadas como concepciones erróneas tal como aparecen en algunas revisiones e investigaciones (QUIJANO et al, 2000), en este caso estas se tomaron como punto de partida para el diseño de las actividades de enseñanza aprendizaje que permitieran complejizar los que el estudiante ya comprendía de la herencia genética y superar algunas dificultades de aprendizaje que coinciden con la revisión de Rodríguez (1995) como el uso de terminología, la relación de conceptos y la resolución de problemas. Atribuir entonces de un nuevo sentido al cuadro de Punnet que trascendiera la mera aplicación de un ejercicio en el aula a una herramienta para la integración de conceptos fue la elección tomada para la planeación de las actividades.

Actividades de integración de conceptos y reconocimiento de aprendizajes conceptuales desarrollados por una estudiante.

Por motivos de espacio se detallará el proceso de aprendizaje que fue desarrollando una estudiante al transcurrir las actividades. Antes del laboratorio de extracción de ADN Diana realizó la consulta previa que consistía en cómo se iba a hacer para romper las células y extraer el ADN que estaba en el núcleo, por lo que al ir aplicando los procedimientos ella lograba comprender aspectos de la estructura celular: *en el laboratorio con el shampoo logramos romper la primera capa que cubre la célula que es la membrana, esta parece que fuera grasa y por eso el jabón la quitaba, también el shampoo nos ayudó a quitar la membranita del núcleo para tener libre al ADN, pero todas las cosas que tiene la célula adentro como los ribosomas y las mitocondrias nos quedaron revueltas con el ADN, por eso tuvimos que adicionar el alcohol (isopropanol) para que nos reuniera el ADN y viéramos las hebras blancas como algodón*. La estudiante también mencionó que *al inicio no creía que las frutas tuvieran ADN, pero salió más ADN de ellas que de mi saliva*, al preguntarle por qué consideraba que todas las células tenían el ADN ella considera *que de pronto todas las células lo necesitan para existir y ser como son*, superando algunas dificultades de aprendizaje mencionadas por (QUIJANO et al, 2000) como que los estudiantes no comprenden que todas las células tienen información genética, avanzando además en la comprensión de la estructura celular necesaria para entender la importancia de las proteínas como expresión del genotipo para la conformación del fenotipo.

Como producto de la segunda y tercera actividad, Diana avanzó en la comprensión de la importancia de las proteínas codificadas desde cada gen del ADN para la constitución del fenotipo de una persona en relación a la estructura celular y sus procesos de división celular (aspecto pocas veces abordado en la enseñanza de la herencia genética), los avances se presentaron principalmente en las actividades de consulta de las enfermedades y exposición por parte de los estudiantes ya que de esa manera consideraban aspectos mencionados por sus compañeros que no habían contemplado, Diana realizó un mapa conceptual (figura 2 A) que expuso a sus compañeros, en el que demuestra una comprensión en la diferenciación entre el fenotipo y el genotipo, incorporando conceptos relacionados con procesos de división celular (meiosis), manifestando avances en la relación de conceptos.

Estas comprensiones desarrolladas permitieron que Diana en la cuarta y quinta actividad trascendiera la realización de cuadros de Punnett como un ejercicio mecánico, en la figura 2B se encuentra la manera en que respondió a este enunciado: Dos personas de cabello oscuro tienen un hijo de cabello claro, mediante un dibujo explique cómo puede ocurrir este fenómeno. Respuesta en la que se evidencia avances en la superación de dificultades de aprendizaje en la herencia genética expresadas en la revisión de Bannet y Ayuso (1995) tales como la resolución de problemas sin comprender o los métodos de resolución inadecuados y poco justificados. Ante la pregunta de ¿por qué los gemelos pueden presentar diferencias a lo largo de su vida relacionadas con la estatura, el peso o la textura del cabello? Diana muestra avances claros en la comprensión de conceptos propuestos como objetivo de enseñanza aprendizaje y la relación entre ellos al responder que *los gemelos son como el resultado de la división de un óvulo que ya fue fecundado por un espermatozoide, cada una se va a desarrollar aparte y puede que cuando nazcan se separen o que los dos se vayan a vivir a sitios diferentes, su genotipo puede producir diferentes proteínas y esto causa el fenotipo, el cambio de clima hace que el genotipo produzca diferentes o más proteínas en cada gemelo, uno se puede volver más moreno o bajo, mientras que el otro puede ser más alto y más blanco y esto es conocido como fenotipo.*

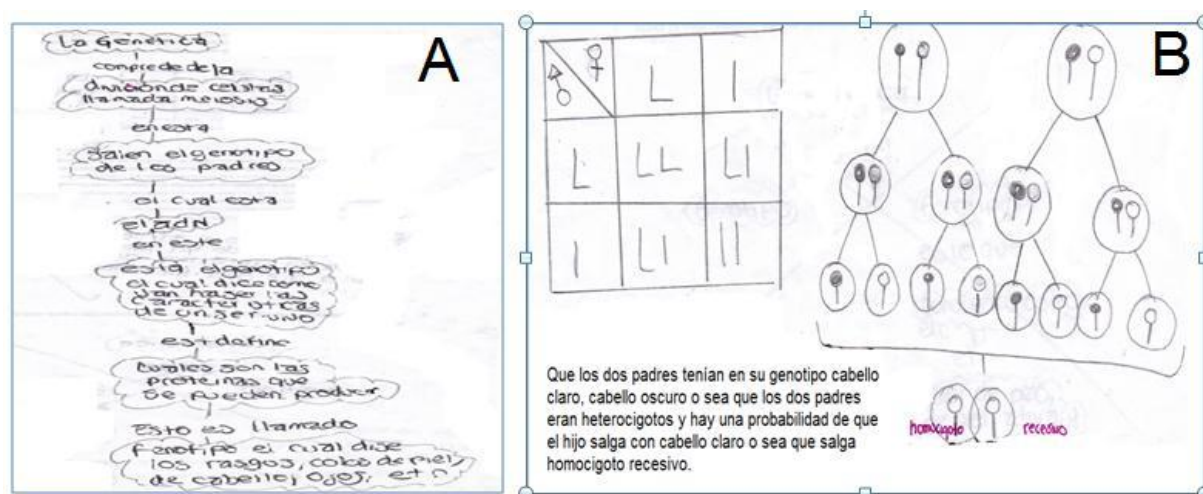


Figura 2. A) Mapa conceptual realizado por Diana. B) Respuesta de Diana ante la pregunta relacionada con los gemelos.

Conclusiones

De acuerdo con lo expuesto en este trabajo, es posible abordar los conceptos relacionados con la herencia genética en el aula desde una perspectiva de aprendizaje que consista en complejizar los conocimientos previos del estudiante y mediante el cuadro de Punnett como herramienta para la integración de conceptos inmersos en fenómenos de herencia de caracteres y enfermedades genéticas, y no como un objetivo en sí mismo de aprendizaje. De esta manera los estudiantes se sumergen en un ambiente de aprendizaje en lo que lo más importante no es aprender datos e informaciones poco integrados que no le permiten atribuir explicaciones más complejas a fenómenos relacionados con los procesos de la vida, sino que lo más importante es la construcción de conocimiento evidenciada en la comprensión de conceptos y su uso al explicarse ciertas situaciones.

Los conceptos a relacionar dependerán directamente de las preferencias del docente o el plan de área designado del colegio, de cualquier manera se sugiere que independientemente de los conceptos seleccionados o el enfoque de enseñanza aprendizaje abordado para tratar la

enseñanza de las ciencias en cada contexto se privilegie el trabajo por parte del estudiante y se rescate su papel en la construcción de sus propias representaciones sobre el mundo.

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones y Desarrollo científico (CIDC) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por el apoyo económico para la socialización de este trabajo y al Grupo de Investigación Biología, Enseñanza y Realidades (BER) por las asesorías académicas en el transcurso de esta investigación.

Referencias

ARNAL, J.; Latorre, A. *Naturaleza de la Investigación Educación, Investigación Educativa: Fundamentos y Metodologías*, Barcelona: Labor, p. 24 – 49. 1992.

BANET, E.; AYUSO, G. E. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I- Contenidos de la enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, n.2, p.137-153, 1995.

CUBERO, R. Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la Escuela* v. 23, p. 33-42, 1994.

FIGINI, E.; DE MICHELI, A. La enseñanza de las ciencias en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, número extra VII Congreso, p.1-5, 2005.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Tradução Bruno Charles Magne. 3.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222 p.

LEWIS, J. Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, v.26, n.2, p.195-206, 2004.

MAYR, E. *What makes biology unique? Considerations on the Autonomy of a Scientific Discipline*. Cambridge University Press. New York, 2004.

QUIJANO, R.; MUELA, F. J.; ABRIL, A.M. Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los estudiantes (1ª fase). 2000.

POZO, J.I.; COLL, C.; SARABIA, B.; Valls, R. Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Ed. Santillana. *El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos*. P. 19-79 Madrid. España. 1992.

RESENDE, T.A.; KLAUTAU, M.N. A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de genética. *Memorias VIII ENPEC*, 2011.

RODRÍGUEZ, B.A. La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, p.397-385, 1995.