



***UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LICENCIATURA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
BIOLÓGICAS***

TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA.

TÍTULO:

***Modelización en la enseñanza de la genética y herencia
en la escuela secundaria: estado del arte.***

AUTORA: Mabel Gladys Ybarra.

TUTOR: Dr. Alejandro Pujalte.

A Edgardo :

Por ser mi amor, mi cómplice y la luz que alimenta mi alma.

Antonia y Rubén:

Por haber sembrado en mi corazón la semilla de... "siempre es un buen momento para comenzar".

A Micaela y Lucas:

Por acompañar y alentar incondicionalmente este proceso.

Al Dr. Alejandro Pujalte por orientar y alentar este proceso de formación docente compartiendo sus conocimientos.

A los docentes de la Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias Biológicas por su compromiso con la educación pública.

ÍNDICE GENERAL

PRÓLOGO	4
1. INTRODUCCIÓN	6
1.2 OBJETIVOS.	
2. DESARROLLO	11
2.1.LA MODELIZACIÓN, UNA PRÁCTICA CIENTÍFICA, PARA LOGRAR UNA EDUCACIÓN EN CIENCIA PARA TODOS	
2.2 ABORDAJE SEMANTICISTA DE LA NOCIÓN DE MODELO	15
2.3 LA UTILIZACIÓN DE TEXTOS ORIGINALES EN EL AULA	24
2.3.1”EL DESCONOCIDO ARTÍCULO DE MENDEL Y SU EMPLEO EN EL AULA”	26
2.4 LAS IDEAS PREVIAS DE LOS DOCENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA	27
2.4.1“VISIONES DEFORMADAS DE CIENCIA TRANSMITIDA POR LA ENSEÑANZA	28
2.5 GREGOR MENDEL: CIENTÍFICO EMBLEMA DE LA HISTORIOGRAFÍA EMPÍRICA.	
2.5.1”LEYES DE MENDEL O LEY DE MENDEL”	34
2.6 EL APOORTE DESDE EL ESTRUCTURALISMO METATEÓRICO A LA GENÉTICA CLÁSICA	35
2.6.1 LA TEORÍA DEL GEN Y LA RED TEÓRICA DE LA GENÉTICA”.	
2.6.2 “LEYES FUNDAMENTALES, REFINAMIENTOS Y ESPECIALIZACIONES: DEL “MENDELISMO” A LA TEORÍA DEL GEN	37
2.6.3“EJEMPLARES, MODELOS Y PRINCIPIOS EN LA GENÉTICA CLÁSICA”	38
2.7 LA PRESENCIA DEL LIBRO DE TEXTO ESCOLAR EN EL PROCESO DE MODELIZACIÓN	
2.7.1 LOS LIBROS DE TEXTO Y SU INFLUENCIA.	39
2.7.2 ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE HERENCIA MENDELIANA EN LOS LIBROS DE TEXTO.	
	42
2.8 LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CON VALOR EDUCATIVO	

2.8.1 EL MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO	
2.8.2 INTRODUCCIÓN AL MODELO CIENTÍFICO “EL JUEGO COMO ANALOGÍA”	48
2.8.3 LAS ANALOGÍAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES.	52
2.8.4 MODELIZAR LA EXPRESIÓN DE LOS GENES.	54
2.9 UNIDADES DIDÁCTICAS	55
2.9.1 “LEYES DE MENDEL Y CONCEPTOS BÁSICOS DE HERENCIA”.	56
2.9.2 “PROBLEMATIZANDO LA PROBLEMÁTICA DE LA HERENCIA”.	58
2.10 LA MODELIZACIÓN EN CONTEXTO VIRTUAL.	60
2.10.1”UNA EXPERIENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO VIRTUAL DE GENÉTICA”.	
3.CONCLUSIONES Y PROPUESTAS	63
ANEXOS	67
BIBLIOGRAFÍA	103
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.	
Cuadro 1. Desarrollo de la epistemología	17
Cuadro 2. Los modelos según dos concepciones	20
Cuadro 3. Diferencia entre la Concepción Heredada y Semanticista	21
Figura A.Descripción de la trama cíclica del proceso de modelización.	14
Figura B.Posición actual de la Didáctica de las Ciencias	19
Figura C.La familia Semanticista.	22
Figura D. Los modelos representacionales	22
Figura E. Formación del modelo didáctico.	24
Figura F. Los momentos del M.D.A.	46

PRÓLOGO.

El presente trabajo pretende dar cuenta del estado del arte en las investigaciones didácticas acerca de modelización científica escolar, en particular en la enseñanza de los contenidos de genética y herencia en la escuela secundaria. Surge a partir de la necesidad de concentrar algunas de las ideas y propuestas sobre modelización más relevantes en el campo de la investigación en didáctica de las ciencias naturales realizadas por autores nacionales como Agustín Adúriz-Bravo, Lidia Galagovsky, Elsa Meinardi, Andrés Acher y Alejandro Pujalte, entre otros e internacionales como John Gilbert, Rosaria. Justí, Mercè Izquierdo, Néus Sanmartí, María Pilar Jiménez Alexandre, Yefrin Ariza, Adrianna Gómez Galindo, Blanca Puig y Noa A. Prego.

Previo al trabajo de revisión, análisis de textos/trabajos de investigación /unidades didácticas específicas sobre genética y herencia se desarrolla un espacio donde se aborda el trabajo de Adúriz Bravo y Yefrin Ariza sobre la noción de modelo científico desde la perspectiva de la escuela de epistemología contemporánea conocida como “concepción semanticista” la cual se ubica dentro de la corriente representacional o modelística. Dicha escuela semanticista constituye uno de los enfoques más fructíferos de las últimas décadas para el análisis epistemológico de la ciencia, motivo por el cual ha concitado la atención de los investigadores en didáctica y los profesores en formación. Para completar la familia semanticista se incluye la concepción

estructuralista sobre los contenidos de genética mendeliana desarrollada por Pablo Lorenzano, docente de la Universidad Nacional de Quilmes.

Considero que la selección de trabajos de investigación que integran el presente trabajo monográfico es solo una parte del camino formativo que debemos transitar los docentes de ciencias naturales, para construir en el aula una imagen de ciencia democrática y declarativa vinculada con posicionamientos epistemológicos de corte contextualista acorde al modelo de una escuela inclusiva.

“No hay teorías verdaderas sino catálogos de casos en los cuales los modelos encajan tolerablemente bien con los sistemas del mundo “.

Ronald Giere 1989

(Filósofo de la Ciencia, miembro de la revista Philosophy of Science).

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los retos, que los docentes debemos enfrentar, en nuestra actual sociedad globalizada es la de generar propuestas educativas que permitan a los estudiantes aprender ciencia, aprender sobre la ciencia y aprender a hacer ciencia (Hodson,1992, 2014), de manera que adquieran competencias socio-científicas que les permita constituirse en ciudadanos críticos, comprometidos con una sociedad que necesita de los avances científicos, por ello se considera pertinente poner la mirada en la modelización como forma de trabajo en el aula de ciencias, porque permite a los estudiantes “desarrollar una comprensión más coherente, flexible, sistemática y principalmente crítica” (Justi,2006). En nuestra tarea docente empleamos modelos científicos presentes en los textos escolares y los utilizamos como referencia para la enseñanza de las teoría científicas en la escuela, así las “experiencias de los estudiantes con los modelos científicos ayudan a desarrollar sus propios modelos mentales de los conceptos científicos” (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002). Por lo expresado el presente trabajo plantea la necesidad de reflexionar sobre los modelos científicos cuando son abordados en forma de copia a escala estática del contenido que queremos desarrollar en el aula; invita a pensar a las teorías como un conjunto o familia

de modelos en lugar de un conjunto de proposiciones verdaderas sobre el mundo y establecer relaciones de similitud entre los modelos y los sistemas reales; por lo tanto pensar en situaciones o fenómenos naturales donde los modelos encajan tolerablemente bien.(Giere,1999). Desde la mirada de la escuela semanticista y dentro de ella, la propuesta de R. Giere, de modelo teórico es la más adecuada a la hora de llevarla al aula de ciencias porque posibilita considerar al modelo científico escolar como una entidad que permite pensar, hablar y actuar con rigor y profundidad sobre el contenido que se quiere abordar. Los docentes de ciencias hoy necesitamos de un modelo con valor educativo: “*Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales*”(Adúriz Bravo,Izquierdo,2009). De esta manera las maquetas, redes conceptuales, las analogías, posibilitaran una exitosa transposición didáctica si nos permitimos explicar, describir, predecir o intervenir sobre los fenómenos naturales. Esta nueva definición de modelo abre un extraordinario espacio de juego para el trabajo en las aulas de ciencias naturales (Giere, 1999a, 1999b; Izquierdo, 2000; Adúriz-Bravo, 2001), puesto que reduce la pesada carga impuesta por los formalismos que supuestamente ocurren cuando se hace ciencia escolar. Por lo tanto enseñar ciencias a través de la modelización pero desde esta nueva perspectiva, implica grandes desafíos para las instituciones formadoras de formadores, los profesores en formación y los profesores en ejercicio (Godoy 2018), porque implica romper estructuras existentes. Incorporar la modelización a la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos, es decir explicar un fenómeno natural a través del modelo teórico implica integrar prácticas científicas a la educación en ciencias, si bien dicha práctica ha tenido diferentes perspectivas desde que emerge a finales de los años noventa. Actualmente podemos encontrar numerosa bibliografía de diversos autores tomados desde diversos

puntos de vista . (Clement, 2000; Espinet, Izquierdo, Bonil, & Ramos De R., 2012; et al). A pesar de esto, las prácticas de modelización no son comunes en las aulas de ciencias en ninguno de los niveles educativos(Acher, Arcà y Sanmartí, 2007; van Driel y Verloop, 1999). Por lo antes expresado se considera tratar en este trabajo la modelización de la genética y herencia en la escuela secundaria por ser una parte de la biología con mayor dificultad para el estudiante,(Duncan & Reiser, 2007; Lewis & Wood-Robinson, 2000)y porque una parte muy importante de la historia de nuestro país, está estrechamente unida a los adelantos que aportó el avance de la genética, que no puede estar ausente en la formación de nuestros estudiantes, por lo que se considera relevante, no olvidar que a partir del año 1987,se crea el Banco Nacional de Datos Genéticos, organismo autónomo y autárquico que constituye un archivo sistemático de material genético y muestras biológicas de familiares y de personas que fueron secuestradas durante la última dictadura cívico militar como así también la identificación de los soldados argentinos enterrados en Malvinas. Tomar el compromiso de educar en ciencias, implica formar ciudadanos que comprendan, a un nivel básico, los avances de las investigaciones en este ámbito y las repercusiones que estos adelantos representen para la sociedad.Incorporar al aula de ciencias la modelización es aportar herramientas para construir argumentos para ejercer la ciudadanía ante problemas sociales como la presencia de agroquímicos en los monocultivos o la necesidad de un alimento de calidad nutricional al alcance de todos. Entender y transmitir que la ciencia debe estar al servicio de la sociedad y nosotros, ciudadanos comprometidos con nuestra tarea de educar en democracia, debemos exigir que esto ocurra. La enseñanza de la genética implica también estrategias de resolución de problemas lo que incide en el desarrollo de ciertas capacidades intelectuales y hábitos de trabajo que caracteriza la

actividad científica. Esto puede contribuir a que los estudiantes comprendan que el conocimiento científico es un producto en continua revisión, resultado del trabajo comunitario de un colectivo de investigadores (Ayuso;Banet 2002).

La bibliografía de la cátedra” Enfoques Actuales en la Didáctica de las Ciencias Biológicas”, dictada por Alejandro Pujalte, correspondiente a la Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias Biológica de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ) motivaron la elaboración del presente trabajo al igual que las clases de Seminario de Trabajo Final de Grado dictada por Eduardo Greizerstein , los trabajos de investigación y las ponencias de especialistas en los congresos anuales organizados por ADBiA (Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina).

El cuerpo principal del trabajo se organiza en apartados temáticos, resultado de un análisis y selección de trabajos de investigación que se agruparon por contenido y son el fruto de las cátedras de didáctica de universidades nacionales. Se consideró necesario comenzar con la importancia del proceso de modelización para la educación en ciencias y luego continuar con el abordaje desde la corriente semanticista la noción de modelo a partir del trabajo de Adúriz-Bravo y Ariza (2014) ,continuar con el aporte bibliográfico desde la perspectiva de la concepción estructuralista, dentro de la familia semanticista, sobre la genética, planteada por P. Lorenzano docente de la Universidad de Quilmes e investigador del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Completa el presente apartado la propuesta de O.Lombardi de repensar el trabajo mendeliano expresado comúnmente en los libros de texto de secundaria y publicaciones de divulgación científica desde una postura exclusivamente inductivista.

En modelización científica escolar de la enseñanza de genética y herencia se incorporaron las investigaciones de referentes nacionales de didáctica en ciencias naturales, como lo son Adúriz Bravo, Lydia Galagovsky, Elsa Meinardi y Alejandro Pujalte e internacionales como John Gilbert, Rosária Justí, Mercé Izquierdo, María Pilar Jiménez Aleixandre, Blanca Puig, Beatriz Bravo Torija y Alma Gómez Galindo. Todos ellos fundamentales para contribuir al desarrollo de docentes alejados de la impronta empiro-inductivista de la enseñanza de las ciencias naturales.

Finalmente se han seleccionado dos unidades didácticas que aportan un giro hacia un modelo científico escolar con el empleo de las analogías como eje para modelizar, que fomentan la argumentación entre los estudiantes. Ambas elaboradas y publicadas por Elsa Meinardi y colaboradores cuyos títulos son : “Problematizando la problemática de la herencia dirigida a estudiantes del profesorado de ciencias y la segunda unidad para estudiantes de segundo año del secundario, “Las Leyes de Mendel y conceptos básicos”. Finalmente se incorporó una actividad que emplea un laboratorio virtual para determinar genotipo, el cual forma parte de un proyecto educativo de incorporación de las TIC (Tecnologías de la Informática y la Comunicación) de la Universidad Nacional de Córdoba.

Por lo tanto este trabajo pretende a través de una investigación documental dar cuenta de las publicaciones más relevantes, respecto a la importancia de la reciente escuela epistemológica, en el desarrollo de la didáctica de las ciencia y con ello tomar una posición distante de la educación en ciencias elitista y científicista reinante en las aulas de una escuela que hoy no necesitan nuestros estudiantes.

1.2 OBJETIVOS.

- Dar cuenta del estado del arte en las investigaciones didácticas acerca de modelización científica escolar, en particular en la enseñanza de los contenidos genética y herencia en la escuela secundaria.

-Caracterizar la noción de “modelo” a partir de sus rasgos epistemológicos propuesto por la escuela semanticista en didáctica de las ciencias.

-Aportar bibliografía actualizada sobre la selección, el uso y la construcción de los modelos utilizados en la enseñanza de genética cuya finalidad es la de tender un puente entre la teoría científica y el estudiante adolescente en su contexto actual.

2. DESARROLLO

2.1 LA MODELIZACIÓN, UNA PRÁCTICA CIENTÍFICA PARA LOGRAR UNA EDUCACIÓN INCLUSIVA EN CIENCIAS

El carácter polisémico y ambiguo de la idea de modelo está presente incluso dentro de la actividad científica en las distintas disciplinas (Suppes 1961; Bailer-Jones 1999; Adúriz- Bravo 2011), lo que constituye un obstáculo para abordarlo dentro de las propuestas actuales de enseñanza de las ciencias. Desde las publicaciones del libro *Developing Models in Science Education* (Gilbert y Boulter 2000) y del número especial del *International Journal of Science Education*, 22.Vol.9(2000), dedicados a esta temática, numerosos artículos han aparecido referidos a cómo los alumnos y los profesores entienden los modelos y la modelización (Treagust et al, 2005.Kawasaki et

al, 2004; Crawford y Cullin, 2004; Justi y Gilbert, 2003) a la utilización de los modelos en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Coll et al, 2005), a la importancia de la comprensión de los modelos científicos como algo imprescindible para comprender cómo se construye la ciencia (Dagher et al 2004), y la propia naturaleza de la ciencia (Coll et al, 2005). Puede afirmarse que en los últimos años el tema de los modelos y de la modelización es uno de los que más literatura está produciendo en Didáctica de las Ciencias y que por ello, la modelización es una forma de identificar cómo los estudiantes están entendiendo un contenido científico, donde se pueden evidenciar sus interpretaciones, conexiones semánticas y la organización que se ha construido a partir de la teoría, para explicar los fenómenos reales de manera más sencilla.

En su trabajo "Models and Modelling: routes to more authentic science education" publicado en el año 2000, John Gilbert desarrolla un enfoque de ésta temática desde la educación en ciencias. El autor argumenta que un papel central para los modelos y la modelización, aumentaría en gran medida la autenticidad del currículo científico.

En palabras de Mercè Izquierdo, en conferencia "Contextos y Modelos teóricos para la enseñanza de la ciencia para todos" (2015), afirma que:.. *"no es nuevo el tema de modelización en didáctica de las ciencias, pero aún no se acuerda en un curriculum que posibilite la educación científica para todos, para ello se debe apuntar a las necesidades y requerimientos de los estudiantes, no de la disciplina, sin por ello dejar de lado a la misma disciplina"*.

Gilbert (2002) describe el rango de estados ontológicos disponibles para la noción de "modelo", junto con los modos disponibles para su representación. Se presentan las cuestiones en la selección de dicha herramienta y el desarrollo de habilidades dentro de un plan de estudios basado en "modelos" que implica adquirir una comprensión

aceptable de lo que éste significa y cómo se lleva a cabo su aplicación manteniendo una capacidad para visualizarlos mentalmente. El autor sostiene que entender la naturaleza de la analogía y de la metáfora, constituyen los procesos fundamentales para lograr la modelización en el aula de ciencias y que se evalúan las implicancias del plan de estudios basado en modelos para la educación de los maestros. El mismo concluye afirmando que aún faltan mayor desarrollo e investigación si se quiere realizar un enfático cambio en el curriculum científico.

También es relevante la mención de las prestigiosas publicaciones *Science & Education* e *International Journal of Science Education* que han dedicado su espacio al desarrollo de esta temática donde el epistemólogo Giere (2007) abre la puerta a una serie de investigaciones sobre la enseñanza de la biología basada en modelos. Finalmente, se considera importante sostener que la práctica de modelización es algo más que la suma de destrezas, valores y recursos, posee un sentido global que suele concretarse en forma de una trama cíclica de actividades en la que se integran los distintos elementos. En este sentido, diversos autores han aportado esquemas de modelización de esta naturaleza (Justi y Gilbert, 2002, Prins 2010), muy similares entre sí y que podríamos sintetizar en un esquema como el que muestra la figura a continuación.

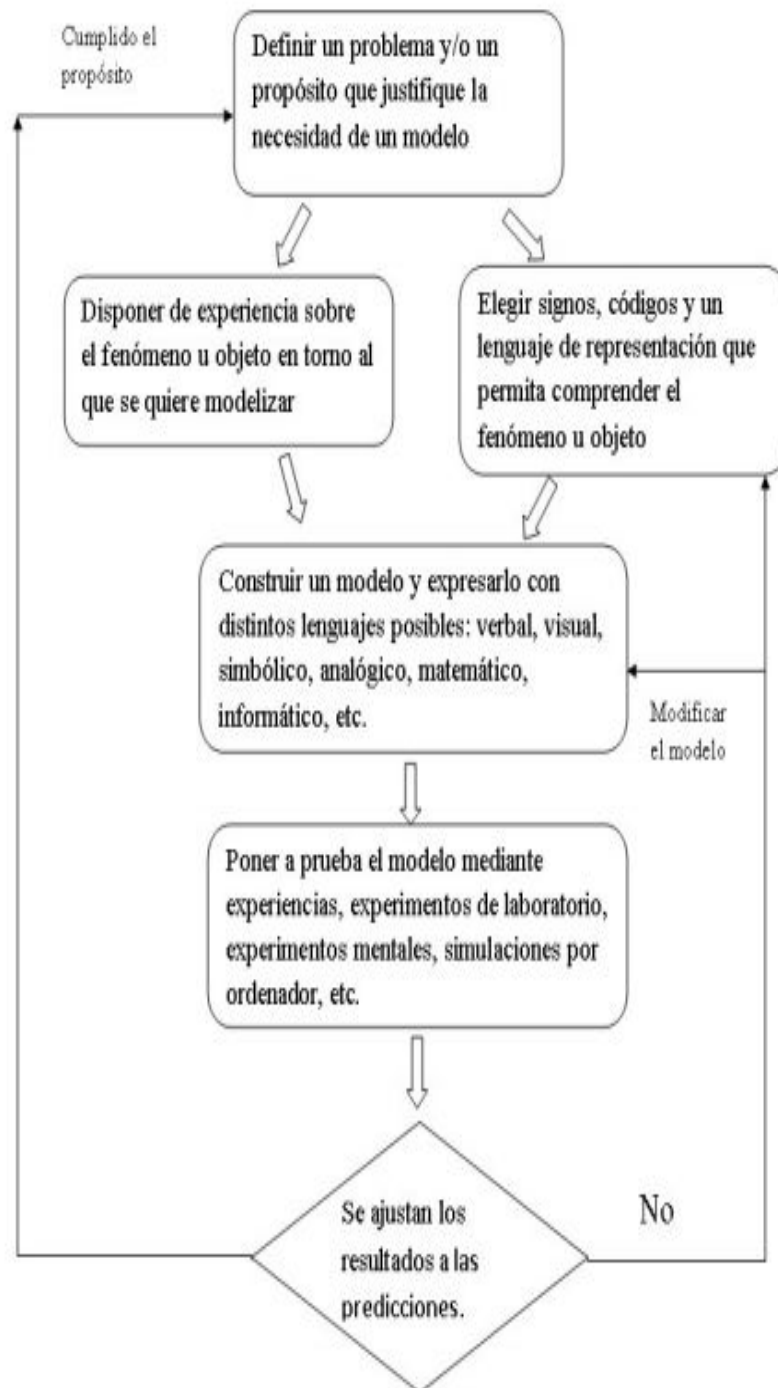


Figura A. Descripción de la trama cíclica del proceso de modelización. (Justi, Gilbert 2010)

2.2 ABORDAJE SEMANTICISTA DE LA NOCIÓN DE MODELO

Como punto de partida se ha tomado el abordaje semanticista de la noción de modelo científico para la ciencia escolar, a partir del trabajo de Adúriz- Bravo y Ariza (2014), en el cual los autores enumeran características epistémicas de los mismos contribuyendo en esta línea a la actualización del profesorado de ciencias desde el enfoque del epistemólogo Ronald Giere de quién se toma los aspectos fundamentales de su forma de entender las teorías científicas.

Durante los últimos años se han acentuado en la didáctica de las ciencias, los análisis sobre lo que podría ser o no un modelo científico y sobre la importancia de vincularlos con las líneas de investigación. Los autores antes citados retoman la discusión sobre la naturaleza de los modelos partiendo de una perspectiva epistémica que permita seguir avanzando en la clarificación de las características principales y la identificación de aquellas que son más relevantes para la enseñanza científica y para la formación del profesor de ciencias. Puede afirmarse que las investigaciones recientes sobre didáctica de las ciencias se sustentan en la escuela de la epistemología contemporánea conocida como concepción semanticista, por constituir uno de los enfoques más fructíferos para el análisis epistemológico.

La principal novedad introducida por esta concepción es un movimiento desde una caracterización lingüística, sostenida en el empirismo lógico, hacia una caracterización representacional de las teorías de las ciencias naturales. Los autores hacen referencia a la actual preferencia por estudiar y entender las teorías científicas a través de sus

modelos, por sobre el abordaje tradicional que se basa en sus leyes. Una forma usual de presentar este cambio de perspectiva analítica es acudiendo a los aspectos o dimensiones del lenguaje en tanto signo; se trataría de un movimiento desde el análisis sintáctico de las teorías o del análisis de su forma hacia el análisis semántico o de su significado. Dicho de otra manera, desplaza a las teorías de las ciencias naturales desde una caracterización lingüística a una caracterización representacional (Guerrero Pino 2003). Además, ya no reduce la ciencia a las formulaciones lingüísticas de las leyes y al establecimiento de reglas de correspondencia entre ellas y el mundo empírico, como era característico de la epistemología de corte positivista lógico de la primera mitad del siglo XX. Para los semanticistas una teoría no es solo una representación axiomática sino que es también un conjunto de modelos que la contienen (Adúriz-Bravo, Ariza, Lorenzano, 2014). Entonces podemos expresar haciendo una síntesis cómo se caracteriza hoy a la ciencia:



Antes de seguir avanzando, es necesario una revisión breve, sobre el desarrollo de la epistemología, anterior a la concepción semántica de las teorías científicas.

Según Reyes (1988) *“el término más cercano a epistemología es filosofía de la ciencia, debido a que la palabra griega episteme se refiere no a cualquier forma de conocimiento, sino aproximadamente a lo que hoy se entiende por ciencia”*. A

diferencia de Bunge (1980) que afirma que: “es la reflexión crítica sobre la investigación científica y su producto, el conocimiento, en otras palabras, es la ciencia de la ciencia”.

Si bien la primera cátedra de Filosofía e Historia de la Ciencia data de 1895 y el físico, filósofo e historiador de la física Ernst Mach es nombrado catedrático de “Filosofía, en especial Historia y Teoría de las Ciencias Inductivas” en la Universidad de Viena.

CUADRO 1. Breve descripción del desarrollo de la epistemología. (Díez, Lorenzano 2002):

PERÍODO.	TIEMPO.	REPRESENTANTES.	CONCEPCIÓN.
CLÁSICO.	Abarca desde fines de los años veinte hasta finales de los años sesenta,	Carnap, Reichenbach, Popper, Hempel, Nagel, etc.	Concepción heredada: las teorías como sistemas axiomáticos empíricamente interpretados.
HISTORICISTA	Se inicia en la década de los años sesenta y se extiende hasta principios de la década de los ochenta. Es dominante durante la década de los setenta.	Hanson, Toulmin, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Laudan, etc.	Concepción historicista donde las teorías son proyectos de investigación.
CONTEMPORÁNEO.	Se inicia a comienzos de los años setenta y se extiende hasta nuestros días.	Kitcher, Hacking, Ackermann, Hull, thagard, Churchland, Boyd, Suppes, Van Frassen, Giere, Sneed, Stegmuller, Moulines, Balzer, etc.	Concepción semántica, las teorías como entidades modelo-teóricas. Desarrolladas durante los años ochenta y plenamente asentada en la década siguiente. La concepción semántica se puede contemplar ya con suficiente perspectiva histórica.

La filosofía de la ciencia surge como disciplina en el periodo entre guerras y a partir de la conformación en los años veinte de lo que desde 1929 pasaría a denominarse oficialmente Círculo de Viena y se consolida tras la llegada de los principales filósofos de la ciencia centroeuropeos a E.E.U.U.

No hay dudas en la comunidad docente que los contenidos específicos puros de biología son la esencia de las clases, pero también es necesario que se considere muy importante la naturaleza de la ciencia, centrada en un modelo teórico, dinámico y fructífero para organizar la enseñanza de las ciencias naturales en una didáctica de las ciencias para todos los niveles educativos (Giere, 1999; Izquierdo et al 1999; Izquierdo, 20001; Adúriz Bravo, 2001; Galagovsky y Adúriz Bravo, 2001; Izquierdo y Adúriz Bravo, 2003; Gallego Badillo, 2004). Por lo tanto implica entender la naturaleza, construcción y utilización de los modelos como resultado de la actividad científica proveniente de teorías empíricas.

Autores como Gilbert, Boulter y Justi, hace alrededor de quince años llevan trabajando con la introducción explícita del tratamiento “modelístico” de las teorías científicas en la enseñanza de las ciencias. Es decir que en la actualidad, la comunidad de didactas de las ciencias recurre casi siempre de manera explícita a la noción de modelo para enfocarse en un constructo indispensable cuando se pretende entender y enseñar la ciencia (Nersessian 1992, 1995; Clement 2000; Gilbert & Boulter 2000; Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo 2003; Greca & Moreira 2002; Heywood 2002; Coll & Taylor 2005; Chamizo 2007).

Figura B. Posición actual de la didáctica de las ciencias.(Adaptado Adúriz Bravo 2014)



Se suma a esta visión Olimpia Lombardi (1998), quien caracteriza distintas nociones de “modelo” para las diferentes disciplinas y sugiere la conciliación de estas caracterizaciones para ubicar la más pertinente en la didáctica de las ciencias. Lombardi se apoya de forma implícita en una versión semántica de este constructo.

A continuación se describen la principales diferencias entre las dos visiones acerca de lo que se considera modelo.

Aprendices	Expertos
Los modelos son materiales.	Los modelos son mentales, materiales y matemáticos.
Ayudan a conocer y a comunicarse con el mundo real.	Los modelos ayudan a entender o a pensar sobre una porción contextualizada del mundo.
Modelos diferentes del mismo objeto, sistema, fenómeno o proceso muestran diferentes aspectos del objeto, sistema, o proceso real.	Diferentes modelos de diferentes objetos, sistemas o procesos pueden construirse para diferentes propósitos.
Los modelos pueden cambiar si son equivocados o se encuentra nueva información.	Los modelos son reemplazados por otros más adecuados con los propósitos establecidos.
Los modelos más actualizados son siempre los más correctos y los que mejor explican el objeto, fenómeno o sistema.	Los modelos ya reemplazados pueden seguir utilizándose si los propósitos de su uso son satisfechos por dicho modelo, que incluso puede resultar más simple.

Cuadro 2.Los modelos según dos concepciones. (Chamizo 2009).

La concepción semanticista realiza un tratamiento de las teorías en términos de sus modelos, que se pueden caracterizar en los siguientes puntos (Adúriz Bravo y Ariza. 2014):

1. Los diversos usos y caracterizaciones de la noción de modelo (e.g. Suppes 1961; Achinstein 1968; Falguera 1994; Bailer-Jones 1999).
2. El papel de los modelos en la identidad de las teorías (e.g. Suppes 1961; Balzer et al. 1987; van Fraassen 1980, 1989)
3. Su “función” representacional, analógica y mediadora entre las teorías y el mundo (e.g. Hesse 1966; Giere 1992; Morrison 1998; Morrison & Morgan 1999; Bailer-Jones 2003; Lombardi 2010).
4. Su estructura particular y el lugar que ocupan dentro de las teorías científicas (e.g. Suppe 1974; Balzer et al. 1987).
5. La pertinencia de identificar tipologías de modelos (e.g. Balzer et al. 1987; Cartwright 1983, 1999).
6. La relación de los modelos científicos con las teorías, las leyes, los sistemas y los fenómenos (e.g. Suppe 1974; van Fraassen 1980, 1989; Balzer et al. 1987; Giere 1992, 1999).

La concepción de Ronald Giere forma parte de una “familia” denominada concepción semántica, semanticista, modelística, modelo teórica, basada en modelos representacionales de las teorías científicas. Dicha familia tendrá como expresión hacer de los modelos descritos por las leyes el punto central en la identificación y en el estudio de una teoría. (Guerrero Pino, 2003). Se considera importante remarcar que la

corriente semanticista toma posición respecto a la Concepción Heredada en la forma de concebir a la ciencia, como se expresa en el siguiente cuadro:

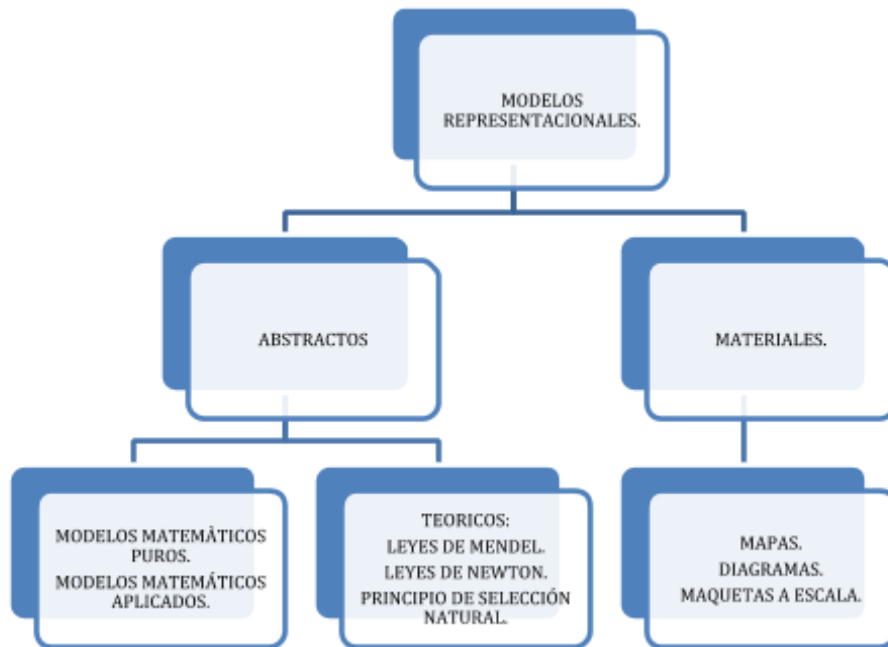
Cuadro 3. Diferencias entre la Concepción Heredada y la Concepción Semanticista. (Elaborado por la autora, tomado de Adúriz Bravo, Ariza, 2014)

Concepción Heredada	Concepción Semanticista.
SINTÁCTICA	SEMÁNTICA.
ATOMÍSTICA.	HOLÍSTICA.
SINCRÓNICA.	DIACRÓNICA.

Figura C. Corrientes que integran la Concepción Semántica de las teorías. (Cuevas 2016)



Figura D. Los modelos representacionales. (Giere 1999). Aquí se ejemplifican los modelos abstractos y los materiales.



El diseño curricular de la provincia de Buenos Aires en la asignatura biología de segundo año, prescribe la teoría de la herencia, con las llamadas “Leyes de Mendel” e indica como objetivos describir su origen y evolución como teoría biológica, demostrar que el esquema propuesto por Mendel es útil pero tiene las limitaciones inherentes a toda explicación científica. Aportar ejemplos que se expliquen mediante la idea teórica que los organismos contienen dos copias no idénticas con la misma información, pero que sólo una de ellas se expresa en los caracteres visibles. Así, vemos cómo las ideas de diploidía, heterocigosis y dominancia que no son observables, son ideadas para explicar el cruzamiento. Modelizar el contenido “Leyes de Mendel” en la escuela secundaria es

la oportunidad que tenemos los docentes de ciencias para conocer, confrontar y modificar los saberes previos de los estudiantes sobre los contenidos de herencia de caracteres observables, construidos a partir de los medios de comunicación, redes sociales, you tube, etc. con el modelo teórico que sostiene *ideas teóricas abstractas*, acuñadas con el fin de darle sentido a las observaciones en las cruces y reflexionar sobre que, una teoría, además de explicar, produce predicciones que pueden ser puestas a prueba. De acuerdo con las posturas epistemológicas recientes, todas las teorías científicas se han generado y desarrollado contando con modelos (Gilbert y Boulter, 1995; Nersessian, 1992; Norman, 1983). Así, los modelos son inherentes a la producción, divulgación y aceptación del conocimiento generado por la ciencia, actuando como un puente entre las teorías científicas y el mundo tal como es experimentado. (Gilbert, 2002.)

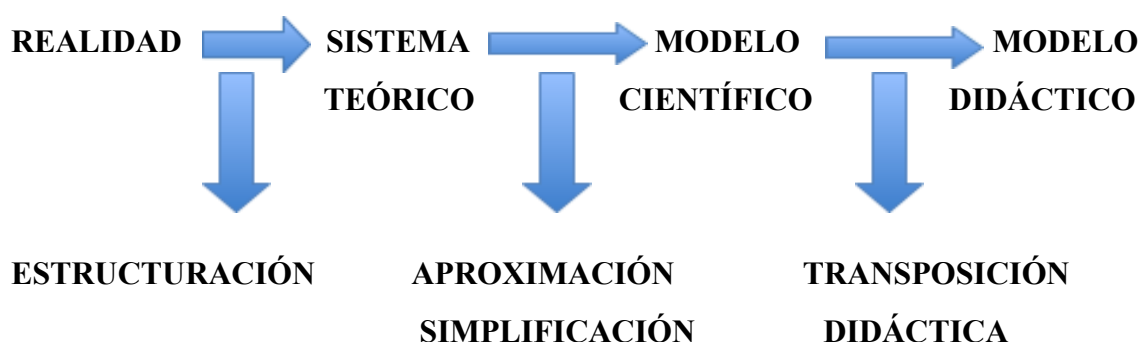


Figura E. Formación del modelo didáctico. (Adaptado a partir del trabajo Adúriz Bravo y Ariza 2014)

2.3 LA UTILIZACIÓN DE TEXTOS ORIGINALES EN EL AULA

Actualmente, numerosas escuelas e investigadores situados en las disciplinas de carácter metacientífico –como la epistemología, la historia de la ciencia y la didáctica de las ciencias naturales– entienden a la ciencia como una actividad humana que produce, evalúa, aplica y difunde saberes ilustrados, dentro de un contexto histórico, social y cultural que constituye la actividad científica. La finalidad de ésta, lo que persigue y los valores de cada comunidad e institución científica están determinadas por numerosos factores por lo que resulta de suma importancia incluir la reflexión acerca *de y sobre* el proceso de construcción histórica del conocimiento científico en los nuevos proyectos curriculares de enseñanza de las ciencias naturales, destacando el hecho de que la ciencia se ha de enseñar a hablar y a escribir con un sentido humano, que es el sustento de la argumentación epistemológica naturalizada (Quintanilla, 2006).

Algunas de estas investigaciones sobre formación docente plantean la necesidad de que el profesor conozca qué es la ciencia, por qué es enseñada, cual es la naturaleza del conocimiento científico, cómo se aprende la ciencia de qué forma se desarrolla conocimiento procedimental sobre ciencia y cuáles son los métodos y estrategias de enseñanza que facilitan más la adquisición de conocimientos científicos (Angulo, 2002).

Los resultados muestran que los profesores de ciencia le dan poca importancia a los aspectos filosóficos e históricos que entrañan la didáctica de las ciencias como disciplina metateórica a la hora de desarrollar competencias en sus estudiantes. (Quintanilla 2018). En la actualidad persiste una mirada sobre la ciencia como un conjunto de conocimientos constituidos, hechos, leyes y fórmulas establecidas por un

tipo especial de personas: los científicos. En su trabajo: “De la imagen de ciencia declarativa a la de la práctica en el aula: Las imágenes del profesorado entre la visión democrática y la deficitaria”. Alejandro Pujalte et al, sostienen que...” la práctica de aula de esos profesores (a la que damos en llamar la “imagen enactiva”) que se vislumbra como deficitaria y asistencialista, más relacionada con posturas epistemológicas empiro-positivistas. Consideramos que este tipo de imagen deficitaria se constituye en un verdadero obstáculo para la educación científica, especialmente, aquella destinada a jóvenes de contextos socialmente desfavorables”.

Desafortunadamente persiste una escuela que continúa con un modelo tradicional de enseñanza de las ciencias que favorece una postura más bien reproductiva y simple del conocimiento científico y no promueve el desarrollo de competencias científicas (Izquierdo, 2005).

Por lo antes expuesto, se considera relevante el uso de textos originales para contextualizar al investigador, en este caso a Gregor Mendel y construir un modelo científico escolar que posibilite interpretar los resultados de los trabajos mendelianos.

2.3.1 ”EL DESCONOCIDO ARTÍCULO DE MENDEL Y SU EMPLEO EN EL AULA”

Autores: Jiménez Alexandre y Fernández Pérez. (1987).

La investigación plantea la importancia del uso de los textos originales como fuente de primera mano, de manera que se pueda diferenciar entre lo que se considera una investigación o un descubrimiento, de las modificaciones que se sucedieron con el paso del tiempo y demás observaciones que enriquecen la mirada del estudiante del profesorado y del profesor de biología. Desafortunadamente persiste la ausencia de la historia de la ciencia en los programas de biología (Navarro 1987). Los autores para

revertir esta situación proponen para incorporar la historia a la enseñanza de las ciencias tomar el desarrollo histórico de los conocimientos; iniciar una unidad con una introducción histórica o incluir textos originales para las actividades áulicas.

El trabajo detalla en forma minuciosa la opinión de diferentes científicos con respecto a la difusión del trabajo mendeliano cincuenta años después y se aleja de la historia que relatan los textos escolares y parte para su análisis del trabajo original escrito por Gregor Mendel en 1865. Plantea una actividad con estudiantes a partir de dos textos originales, el correspondiente a Oldham y Brouwer (Mendelian Genetics: Paradigm, Conjecture or Research Program). *Journal of Research in Science Teaching*. 1984 (extractos) y Gregor Mendel. 1866 (extractos).

Como señala Gil (1982) la historia de la ciencia puede permitir a los estudiantes reconstruir, a través de una actividad de investigación dirigida, los conocimientos que la enseñanza tradicional transmite ya elaborados.

Podemos hacer una síntesis de los objetivos que persigue el trabajo anteriormente citado:

- Evidenciar aspectos de la metodología científica, en particular la existencia de cuestiones sin resolver y la importancia de las hipótesis teóricas.
- Fomentar el espíritu crítico de los/as alumnos/as y desmitificar los descubrimientos científicos.
- Situar el descubrimiento de los mecanismos de la herencia en su marco histórico.
- Familiarizar a los alumnos/as con textos científicos.

2.4 LAS IDEA PREVIAS DE LOS DOCENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

En el presente apartado se plantea la existencia de ideas previas en los docentes sobre la enseñanza de la ciencia. Puede afirmarse que dichas ideas se construyen durante una vida escolar transitada bajo un modelo de ciencia caracterizado por una concepción atórica y empiro-inductivista alejadas de la creatividad, la inventiva y la duda donde los contenidos se reciben ya elaborados, no hay conflicto que genere su construcción, tampoco se demuestra evolución de los mismos y mucho menos las limitaciones del conocimiento actual. La imagen recibida de los científicos, se enmarca en un ser aislado ignorante del trabajo colectivo con una visión exclusivamente analítica y acumulativa del desarrollo científico es decir una concepción individualista y elitista, posible en una escuela que prepara a la clase burguesa dirigente, donde solo unos pocos acceden al privilegio del conocimiento.

Hoy el diseño curricular de nuestro país, desde un modelo opuesto al antes descrito, nos propone inclusión, alfabetización científico-tecnológico para todos, una escuela más equitativa donde el trabajo colaborativo sea el germen de una nueva sociedad que necesita docentes reflexivos sobre el modelo de ciencia escolar que hoy debe estar en nuestras aulas y discurrir frente a la tensión que se produce entre los años de estudiante en una escuela tradicional y los meses de cursada de la asignatura Didáctica de las Ciencias del futuro profesor. El trabajo seleccionado identifica los obstáculos presentes en los docentes al momento de enseñar ciencia.

2.4.1 “VISIONES DEFORMADAS DE LA CIENCIA TRANSMITIDAS POR LA ENSEÑANZA”

Autores: Fernández I. y Gil D. (2002)

Numerosas investigaciones han mostrado que la enseñanza de las ciencias, incluso en el nivel universitario, apenas proporciona ocasión a los estudiantes de familiarizarse con las estrategias características del trabajo científico. Como consecuencia de ello las concepciones de los estudiantes, e incluso de los mismos profesores, acerca de la naturaleza de la ciencia no difieren de las visiones ingenuas adquiridas por impregnación social. En este trabajo se argumenta la importancia de estas visiones deformadas como uno de los principales obstáculos para la renovación de la enseñanza de las ciencias y se analiza la atención concedida por la investigación didáctica al conjunto de deformaciones y reduccionismos. A continuación se mencionan las siete características identificadas en la literatura consultada entre los años 1990 y 2000 en las más importantes publicaciones de divulgación científica:

a) Visión empiro-inductivista, atórica b) Visión rígida (algorítmica, exacta, infalible...)
c) Visión aproblemática y ahistórica (ergo dogmática y cerrada). d) Visión exclusivamente analítica e). Visión acumulativa, de crecimiento lineal f). Visión individualista y elitista g) Visión socialmente descontextualizada.

Éstas son, en síntesis las siete grandes deformaciones que han sido tratadas en la literatura, aunque la frecuencia con la que los investigadores prestan atención a cada una de ellas es desigual. Son también las deformaciones que hemos visto reflejadas en la docencia habitual en un estudio detenido que ha utilizado cerca de veinte diseños experimentales (Fernández, 2000). Los autores advierten que, estas deformaciones no constituyen una especie de «siete pecados capitales» distintos y autónomos, sino que se

apoyan mutuamente y forman un esquema conceptual relativamente integrado. En efecto, es lógico que una visión individualista y elitista de la ciencia apoya implícitamente la idea empirista de descubrimiento y contribuya, además, a una lectura descontextualizada, socialmente neutra, de la actividad científica. Del mismo modo, por citar otro ejemplo, una visión rígida, algorítmica, exacta de la ciencia puede reforzar una interpretación acumulativa, lineal, del desarrollo científico, ignorando las crisis y las revoluciones científicas. Por lo tanto, estas concepciones aparecen asociadas entre sí, como expresión de una imagen ingenua de la ciencia que se ha ido decantando, pasando a ser socialmente aceptada. De esa imagen tópica de la ciencia parece haber sido asumida incluso por numerosos autores del campo de la educación, que critican como características de la ciencia lo que no son sino visiones deformadas de la misma. Así, por ejemplo, Kemmis y McTaggart (1982) (citado por Hodson, 1992a) critican a la «investigación convencional» (o «académica») su carácter «neutral», su preocupación exclusiva por «acumular conocimientos» (sin atención a «la mejora de la práctica»), su limitación a «un mero procedimiento de resolución de problemas» (olvidando el planteamiento de los mismos), etc. Kemmis y McTaggart insisten reiteradamente en su crítica a la investigación académica, atribuyéndole deformaciones y reduccionismos que los autores dan por sentado que corresponden al «método científico» utilizado por «las ciencias naturales». Incluso entre algunos investigadores en didáctica de la ciencia parece aceptarse que la ciencia clásica sería puramente analítica, «neutra», etc.

Ya no se trata de que la enseñanza haya transmitido esas concepciones reduccionistas, empobrecedoras, sino que toda la ciencia clásica tendría esos defectos (García, 1995).

2.5 GREGOR MENDEL: CIENTÍFICO EMBLEMA DE LA HISTORIOGRAFÍA EMPIRISTA

Mendel realizó sus experimentos entre los años 1856 y 1863, en un pequeño jardín del monasterio de Brno. Allí dedicó sus esfuerzos a la investigación de cierta especie de guisante, el *Pisum*, que poseía la ventaja experimental de presentar caracteres con versiones definidas y claramente diferenciables. Evitando todo carácter que presentara una variación continua, Mendel seleccionó siete caracteres para su estudio: forma y color de las semillas, color del albumen de las semillas, forma y color de las legumbres, posición de las flores y longitud del tallo. Sólo al cabo de ocho años de cuidadosas y pacientes experimentaciones, se sintió en condiciones de publicar los resultados de su trabajo.

Mendel comprobó que, cuando se cruzan dos variedades de guisante que no difieren más que respecto de un carácter por ejemplo, la forma de las semillas: lisas en un caso y rugosas en el otro, se obtiene una generación de híbridos idénticos en el caso citado, todas semillas lisas. Si a continuación, estos híbridos se reproducen por autofecundación, se obtiene una nueva generación; primera generación de descendientes de los híbridos; en la cual reaparecen ambas versiones del carácter: tales descendientes presentan semillas lisas y semillas rugosas en una proporción de tres a uno; tres semillas lisas por cada semilla rugosa. Sobre la base de estos resultados, Mendel infirió que, si bien en los híbridos se manifiesta únicamente la versión «semilla lisa» del carácter, la versión «semilla rugosa» no desaparece sino se mantiene en una situación latente,

para luego transmitirse a la siguiente generación; por ello, Mendel denominó “carácter dominante” a la versión manifiesta y “carácter recesivo” a la versión latente. Además, dado que en la primera generación de descendientes de los híbridos un cuarto del total de las semillas presenta la versión rugosa, ésta debe ser la única versión poseída por tales individuos, puesto que la presencia de la otra versión le impediría manifestarse. Por lo tanto, luego de haberse reunido en los híbridos, las dos versiones alternativas del carácter se separan o segregan en los descendientes de primera generación; este resultado es el que se conoce como primera ley de Mendel también denominada “ley de la segregación independiente” o “ley de la disyunción de las versiones alternativas de un carácter”. En palabras del propio Mendel: “resulta ahora claro que los híbridos forman semillas que tienen el uno o el otro de los dos caracteres diferenciales, y de éstos la mitad vuelven a desarrollar la forma híbrida, mientras que la otra mitad produce plantas que permanecen constantes y reciben el carácter dominante o el recesivo en igual número”.

Si se simboliza con “A” la versión dominante, con “a” la versión recesiva, y con “Aa” la forma híbrida en la que se reúnen ambas versiones, la expresión:

$$A : 2 Aa : a$$

representa la proporción 1:2:1 con la que se distribuyen los tres casos en la primera generación de descendencia de los híbridos. Generalizando para una generación arbitraria, la proporción viene dada por:

$$2^n - 1 : 2 : 2^n - 1$$

En un segundo grupo de experiencias, Mendel se abocó a determinar si las proporciones enunciadas en la primera ley son aplicables a cada par de versiones de un carácter cuando varios caracteres diferentes se unen en los híbridos por cruzamiento.

Mendel comprobó que, si se cruzan guisantes de semillas amarillas lisas con guisantes de semillas verdes rugosas, se obtiene una generación de híbridos idénticos, de semillas amarillas lisas. Si, a continuación, estos híbridos se reproducen por autofecundación, se obtiene una nueva generación donde, junto con los tipos originales, aparecen nuevos tipos que presentan semillas verdes lisas y semillas amarillas rugosas según ciertas proporciones definidas. Tales resultados le permitieron inferir que, cuando se cruzan dos variedades de guisantes que difieren en dos o más caracteres, la disyunción y agrupamiento de las versiones alternativas de los distintos caracteres se produce de un modo independiente; esta conclusión es lo que se conoce como segunda ley de Mendel, también denominada “ley de la transmisión independiente de los caracteres”. En palabras del autor: “Por tanto, no hay duda de que a todos los caracteres que intervinieron en los experimentos se aplica el principio de que la descendencia de los híbridos en que se combinan varios caracteres esenciales diferentes, presenta los términos de una serie de combinaciones, que resulta de la reunión de las series de desarrollo de cada pareja de caracteres diferenciales”.

Si, análogamente al caso anterior, se simbolizan con “A”, “a”, “B” y “b” las versiones dominantes y recesivas de dos caracteres diferentes, la proporción en la que se distribuyen todas las posibles combinaciones de versiones en la primera generación de descendientes de híbridos viene dada por los coeficientes del polinomio que resulta del siguiente producto:

$$(A + 2 Aa + a) (B + 2Bb + b)$$

En el caso de tres caracteres diferentes, la proporción viene dada por un producto análogo:

$$(A + 2Aa + a) (B + 2Bb + b) (C + 2 Cc + c)$$

En resumen, estas dos leyes de Mendel introducen la idea de la independencia de la transmisión hereditaria de los caracteres parentales en sus distintas versiones, y muestran que tales caracteres se encuentran vinculados a elementos discretos y disociables entre sí.

Pero, ¿qué son biológicamente y dónde se encuentran estos elementos responsables de la discontinuidad del patrimonio genético? Es aquí donde aparece el concepto de factor hereditario, frecuente e injustamente ignorado en las presentaciones tradicionales de la teoría mendeliana.

A continuación se presenta una propuesta para repensar el trabajo mendeliano que se presenta comúnmente en los libros de texto de secundaria y en publicaciones de divulgación de visión inductivista, que describen la observación libre de prejuicios, y con ello se logra inferir leyes.

2.5.1 “LEYES DE MENDEL O LEY DE MENDEL”

Autora: Lombardi Olimpia (2014)

Los libros de texto escolares, que se emplean en la escuela secundaria, proponen un modelo científico sobre el trabajo de Gregor Mendel de corte, inductivista basado exclusivamente en características observables. Lombardi, realizó un trabajo cuyo objetivo plantea desafiar la visión tradicional, argumentando que las dos leyes pueden

deducirse matemáticamente a partir de una única hipótesis fundamental formulada por el propio Mendel en su artículo de 1866. Esta hipótesis incluye, al menos, un término teórico que no refiere a entidades directamente observables.

Por lo tanto, afirma que es completamente imposible que la hipótesis fundamental haya sido inferida a partir de los datos observacionales, concluyendo que el trabajo de Mendel se ajusta mejor al modelo popperiano* que al esquema inductivista propuesto por la bibliografía tradicional.

2.6 EL APORTE DEL ESTRUCTURALISMO METATEÓRICO A LA GENÉTICA CLÁSICA

Como se ha afirmado en el apartado 2.2 la familia semanticista está integrada por cuatro líneas representadas por Suppe, Van Frassen, Giere y el estructuralismo metateórico, todas interesadas en discutir los problemas epistemológicos y metodológicos en este caso a un aspecto de la biología como lo es la genética clásica. Los siguientes trabajos fueron seleccionados del libro “Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones” de la colección “Filosofía y Ciencia” publicado en el año 2002 por la Universidad Nacional de Quilmes, donde se concentra la casi totalidad de trabajos presentados al I Encuentro internacional “Perspectivas actuales de la metateoría estructuralista”.

*Popperiano: Del filósofo británico Karl R. Popper (1902-1994) el cual comenzó *describiendo* la ciencia, pero en su evolución filosófica acabó siendo *prescriptivo*, recomendando a la ciencia el método hipotético deductivo. Es decir, la ciencia no elabora enunciados ciertos a partir de datos, sino que propone hipótesis que luego somete al filtro experimental para detectar los errores.

2.6.1 LA TEORÍA DEL GEN Y LA RED TEÓRICA DE LA GENÉTICA”.

Autor: Lorenzano Pablo.

El autor realiza una reconstrucción precisa de la teoría del gen, desarrollada fundamentalmente por Morgan y sus colaboradores donde realiza las siguientes aclaraciones:

“En la literatura se habla indistintamente de “genética mendeliana”, de “genética clásica” o de “genética formal”. Consideramos que la denominación de esta teoría como “mendeliana”, tal y como se lo acostumbra hacer, entre otras partes, en los libros de texto de genética, es históricamente errónea, ya que, de este modo, se le atribuyen a Gregor Mendel formulaciones (como las llamadas “leyes de Mendel”) y desarrollos nunca realizados por el monje austriaco. Por otro lado, la expresión “genética clásica” refiere por lo general a todo lo realizado en genética con anterioridad al desarrollo de la genética molecular y en contraposición a ésta, esto es, a lo realizado en el denominado “período clásico”, período que abarcaría desde 1900 hasta 1939 (Dunn, 1965).

Otra denominación que a veces aparece en la literatura es la de “teoría cromosómica de la herencia” (o “teoría cromosómica de la herencia mendeliana”). Tal denominación refiere tanto a los intentos realizados a principios de siglo por Sutton y Boveri como a los llevados a cabo por Morgan y sus colaboradores diez años después de vincular la teoría de la herencia con la citología. De este modo, la teoría cromosómica de la herencia (mendeliana) conformaría una teoría que incluye, junto a una teoría de la herencia, sus interrelaciones con otro cuerpo de conocimiento biológico, a saber: la citología. Según Darden & Maull (1977) y Darden (1980, 1991), la teoría cromosómica

de la herencia (mendeliana) sería ejemplo de una “teoría entrecampos”, mientras que la teoría de la herencia lo sería de una “teoría intracampo”. La denominación “genética de transmisión” (o “genética clásica de transmisión”), que también suele aparecer en la literatura, posee un significado ambiguo, ya que a veces se utiliza en el sentido de una teoría intracampo y a veces en el de una teoría entrecampos. Por nuestra parte, consideramos más adecuado denominar la teoría aquí reconstruida “teoría del gen” (siguiendo el uso de Morgan (1926)), si bien en este contexto, y de acuerdo a la sugerencia de Vicedo (1990a, 1990b, 1991) de distinguir entre el concepto formal de gen y el concepto biológico de gen, también podrían utilizarse las expresiones “teoría del gen formal” o “genética formal”. Con ello nos referimos a la teoría de la herencia desarrollada por Morgan y sus colaboradores, sin incluir los vínculos esenciales que esta teoría tiene con otras, en especial con la teoría celular. Creemos, asimismo, que es metodológicamente más adecuado reconstruir primero a ambas teorías –teoría del gen y teoría celular– como dos teorías distintas y separadas y recién después investigar sus relaciones inter teóricas o vínculos.

2.6.2 “LEYES FUNDAMENTALES, REFINAMIENTOS Y ESPECIALIZACIONES: DEL “MENDELISMO” A LA TEORÍA DEL GEN”

Autor: Pablo Lorenzano.

El objetivo del presente trabajo es analizar algunas de las relaciones que hay entre la teoría desarrollada por William Bateson y sus colaboradores –denominada “mendelismo”– y la teoría elaborada por Thomas Hunt Morgan y su equipo –aquella conocida bajo el nombre de “teoría del gen”– utilizando las categorías de *ley*

fundamental, refinamiento y especialización propuestas en el marco de la concepción estructuralista de las teorías.

Para ello, primero se expondrá sucintamente la historia de la genética en las primeras décadas del siglo XX, poniendo especial énfasis en el desarrollo de las llamadas “leyes de Mendel”, así como en el papel desempeñado en dicha historia por Bateson y Morgan y respectivos colaboradores. Posteriormente se señalaron las semejanzas de sus propuestas mediante la noción de ley fundamental aplicada al caso de la genética.

Por último se señalaron las diferencias de sus planteos mediante la aplicación de los conceptos de refinamiento y especialización.

2.6.3 EJEMPLARES, MODELOS Y PRINCIPIOS EN LA GENÉTICA CLÁSICA”

Autor: Pablo Lorenzano. (2005)

El siguiente trabajo no forma parte de la colección “Filosofía y Ciencia” es parte del programa prioritario de investigación “Filosofía e Historia de la Ciencia” de la Universidad Nacional de Quilmes. El autor toma como punto de partida el libro de Sinnott y Dunn, *Principles of Genetics: An Elementary Text, with Problems* (1925), que podría ser considerado el primer libro de texto de genética clásica en sentido kuhniano, y el análisis de la estructura de las teorías biológicas y/o biomédicas realizado por Darden y Schaffner, y discute el problema de la existencia de leyes fundamentales o

principios-guía en la biología, a la luz del examen de la genética clásica llevado a cabo en el marco de la concepción estructuralista de las teorías científicas.

2.7 LA PRESENCIA DEL LIBRO DE TEXTO ESCOLAR EN EL PROCESO DE MODELIZACIÓN

A continuación se proponen dos trabajos sobre el abordaje de la genética en textos escolares, uno de autores españoles y el segundo trabajo se apoya en datos muy interesantes para analizar, puesto que corresponde a docentes de nuestro país, de la Universidad Nacional de La Plata, quienes realizan un estudio comparativo entre los cuatro libros más empleados en segundo año, en la provincia de Buenos Aires. Si bien los dispositivos electrónicos de conexión telemática, le permiten al estudiante omitir el uso del texto escolar, resulta muy valioso indagar sobre el modelo de ciencia presente en los textos que les proponemos a los estudiantes como herramienta de consulta, puesto que nos permitirá trasladar esta propuesta de análisis a los sitios web más visitados por estudiantes y docentes.

2.7.1 LOS LIBROS DE TEXTO Y SU INFLUENCIA EN LA MODELIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE GENÉTICA Y HERENCIA. EL MODELO DE EXPRESIÓN DE GENES Y EL DETERMINISMO EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS AUTORES: Blanca Puig, María Pilar Jiménez Aleixandre. (2014)

Se presentan los resultados de un estudio sobre el modelo de expresión de los genes y el determinismo en una muestra de libros de texto de Biología.

Específicamente se analizan cuatro dimensiones:

a) la definición de fenotipo

b) los ejemplos de la influencia del ambiente en la expresión de los genes.

c) las preguntas y actividades que requieren aplicar la noción de fenotipo.

d) referencias al determinismo o a la noción de ‘razas’ humanas.

Los resultados muestran que sólo un libro propone actividades de aplicación del modelo de expresión de los genes. En ninguno de los libros analizados se aborda explícitamente el determinismo biológico. Sugerimos la necesidad de que los textos incorporen la aplicación del modelo de expresión de los genes de modo que se promueva el desarrollo del pensamiento crítico sobre el determinismo por el alumnado.

Conclusiones e implicancias educativas.

El análisis de los cinco textos muestra que todos, excepto uno, definen la noción de fenotipo de acuerdo con la perspectiva actual de interacción. Un libro desarrolla un apartado para explicar la influencia del ambiente en la expresión de los genes, presentando dos ejemplos, mientras que el resto se limitan a presentar ejemplos, pero no se desarrollan. Respecto a las actividades de los libros, identificamos ocho tareas sobre el modelo de expresión de los genes, pero sólo una de ellas requiere entender la influencia del ambiente en la expresión de los genes. Como indica Toulmin (1972), sólo entendemos el significado científico de determinados conceptos cuando somos capaces de aplicarlos. Si no solicitamos al alumnado que aplique el modelo de expresión de los genes a determinados contextos, no es posible conocer si realmente entienden este modelo. Los resultados de una actividad sobre el aumento de estatura en las últimas generaciones, realizada con alumnado de secundaria dentro de una unidad sobre el modelo de expresión de los genes (Puig, Bravo Torija, y Jiménez Aleixandre, 2012), muestran que aunque la estatura es un ejemplo familiar, que está presente en la mayoría de los textos, resulta difícil de entender por una proporción del alumnado. Un 17% de

los estudiantes interpretaron el aumento de estatura como una prueba de la evolución, lo que ha llevado a la revisión de la actividad por parte de las investigadoras (Jiménez Aleixandre y Puig, 2013). Relacionamos estas dificultades con el hecho de que circulen en los medios y en los libros de divulgación científica interpretaciones de estos cambios en la estatura como mutaciones o pruebas de cambios evolutivos. Por ejemplo, Diehl y Donnelly (2008) afirman que el aumento de la estatura desde los tiempos de nuestros abuelos es un ejemplo de la evolución (darwinista). Dada la complejidad del modelo de expresión de los genes, consideramos necesario que los textos dediquen más espacio a explicar la influencia del ambiente mediante ejemplos concretos, e incorporen tareas que requieran que el alumnado movilice sus ideas acerca de la expresión de los genes.

El análisis del determinismo muestra que los libros de texto no aborda esta cuestión de manera explícita. Dos libros mencionan las “razas”, aunque sin relacionar éstas con el modelo de expresión de los genes. Podemos concluir que existe coherencia entre el currículo de ciencias de secundaria (MEC*, 2007) y los libros de texto en la ausencia de tratamiento del determinismo dentro de las implicaciones sociales de la genética. Las autoras coinciden con Willinsky (1998b), cuando señala que: en las aulas de ciencias de secundaria la construcción científica de ‘raza’ está al mismo tiempo oculto y presente. Está oculta, por un currículo que no reconoce la ‘raza’ una categoría de distinción humana. Sin embargo, la categoría de ‘raza’ está presente en la vida de los estudiantes”. Podemos concluir que los libros de texto, utilizados como recurso principal en el aula proporcionan al docente y al alumnado definiciones adecuadas sobre el fenotipo, excepto en uno de los textos. Sin embargo, no resultan suficientes las actividades de aplicación del modelo de expresión de los genes.

*“MEC” es un acrónimo utilizado en España, para referirse al Ministerio de Educación y Ciencia.

Sugerimos la necesidad de que los textos incorporen actividades de la aplicación del modelo de expresión de los genes, a fin de promover el desarrollo del pensamiento crítico sobre el determinismo por el alumnado.

2.7.2 ANÁLISIS DEL CONTENIDO HERENCIA MENDELIANA EN LIBROS DE TEXTO DE SEGUNDO AÑO DE LA ESCUELA SECUNDARIA BÁSICA

Autores: DE ANDREA ; MENCONI; IUGOVICH, BARRIOS, LEGARRALDE
Alumnos Maestría en Educación en Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP), 51 e/124 y 125, Ensenada, Buenos Aires, R. Argentina. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP) ,51 e/124 y 125, Ensenada, Buenos Aires, R. Argentina.

Los autores se basan en que los libros de texto han servido como herramienta fundamental a la hora de acortar la brecha que se produce entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje erudito. Sin embargo, debido a que cada disciplina posee sistemas de signos y símbolos específicos, muchas de las imágenes, conceptos y actividades que se desprenden de los mismos pueden inducir, en los estudiantes que recién se inician en el aprendizaje de las diferentes áreas a razonamientos intuitivamente lógicos pero científicamente erróneos. Por otra parte sostiene que una dificultad importante para que se produzcan aprendizajes significativos son las grandes diferencias entre las diversas representaciones idiosincrásicas que se establecen..

Los autores se plantean como objetivo analizar las características del abordaje del contenido Herencia Mendeliana en los libros de texto destinados a estudiantes de Segundo año de la Escuela Secundaria Básica, haciendo énfasis en las dificultades para el aprendizaje que se pueden derivar a partir de la lectura por parte de los alumnos. Dicho análisis permitirá identificar las diferencias que tienen lugar entre el saber científico y el saber que llega a las aulas a través de los libros de texto.

Para la realización del trabajo fueron seleccionados 4 Libros de Texto de Biología, que abordan el contenido “Leyes de Mendel”, los mismos están destinados a estudiantes de 2do año de la Escuela Secundaria Básica. A partir de la consulta sobre la bibliografía recomendada en las planificaciones anuales de segundo año en colegios públicos y privados de Berisso (E.E.S. N°2) y La Plata (E.E.S N°1, Colegio Santa Teresa de Jesús, Sagrado Corazón de Jesús), se decidió tomar una muestra de 4 libros de editoriales diferentes, publicadas en el período 2010-2014.

Resultados:

A partir de las siguientes categorías de análisis:

1. Visión epistemológica.2-Análisis conceptual.3-Imágenes. 4-Actividades que propone.

Los autores elaboran una tabla de la cual se obtienen resultados que permiten llegar a las siguientes conclusiones:

Coincidimos con Moreira (2002) en que la adquisición de un aprendizaje significativo implica la construcción de modelos mentales del mundo que rodea al estudiante, pero estos modelos, a pesar de que pueden ser lógicos, también pueden ser erróneos científicamente, ya que otorgan la posibilidad de entrar en contradicción con los modelos planteados por la comunidad científica. Las dificultades a las que se alude

radican en que los libros de texto son escritos por expertos que poseen el lenguaje específico de las ciencias que estudian.

En coincidencia con Perales López et al. (2005), se torna necesario considerar que un individuo con baja aptitud lectora va a invertir una mayor carga de procesamiento en los signos y símbolos que constituyen el lenguaje científico expresado a través de las imágenes. Por otra parte, el enfoque epistemológico subyacente a las definiciones e imágenes representa un elemento fundamental y vertebrador en la adquisición y significación de signos y símbolos utilizados en los lenguajes de las diferentes disciplinas científicas. Es por esto que se torna necesario realizar una mirada crítica y sistemática de la información que contienen los libros de texto, ya que un análisis exhaustivo de sus características antes de dar lugar a su utilización, puede constituir un eslabón en la generación de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes como así también generar la motivación e interés en el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Podríamos afirmar, entonces, que la diferencia entre los modelos mentales involucrados en uno y otro extremo de la comunicación entre expertos y novatos involucra tanto aspectos lingüísticos–semánticos y sintácticos–como representacionales.(Galagovsky, Adúriz Bravo 2001)

2.8 LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CON VALOR EDUCATIVO

La realidad se estructura en un sistema teórico, que se aproxima o simplifica en un modelo científico y los docentes construimos el modelo didáctico a través de la

transposición didáctica. Una estrategia original de enseñanza la constituye el modelo didáctico analógico (MDA), que implica la construcción activa, por parte de los estudiantes, de los elementos del dominio base de la analogía. Posibilita que nuestro trabajo en el aula apunte a construirse desde el contexto del estudiante, como lo afirma Izquierdo, "texto en contexto", orientando nuestros objetivos a una ciencia escolar que esté en la misma sintonía de la realidad social en la que estamos inmersos, que permita construir soluciones posibles en el plano de la vida cotidiana del estudiante. Esto es factible cuando la didáctica de las ciencias naturales se nutre de la epistemología reciente y actual en busca de una concepción metateórica, de esta manera se construye un modelo científico con valor educativo que permite diseñar una auténtica actividad científica escolar. (Galagovsky; Adúriz Bravo; 2001)

La idea básica para construir un modelo didáctico analógico es conocer profundamente el tema que se quiere enseñar, abstraer sus conceptos nucleares y las relaciones funcionales entre dichos conceptos y traducir todo a una situación, lo más inteligible posible para el alumnado, proveniente de la vida cotidiana, de la ciencia ficción o del sentido común. Hasta aquí podrían no verse claramente las diferencias con un análogo concreto, al cual ciertamente se parece; sin embargo, la distinción fundamental radica en el contexto didáctico con el que se lo trabaja en la clase.

La estrategia didáctica para operar con un MDA requeriría tres momentos diferenciados:

- 1- Se aborda antes que el modelo científico, los estudiantes, comprendiendo esta situación analógica inicial, pueden formular hipótesis sobre qué, por qué, cómo y cuándo ocurren diferentes fenómenos en el análogo, que luego podrán relacionarse con los contenidos, procedimientos y lenguaje de la ciencia erudita. Dentro del MDA se

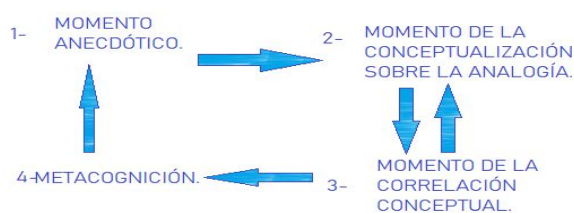
establecen hipótesis, se argumenta, se justifican fenómenos, se predicen situaciones que pueden, incluso, ponerse a prueba.

2- Momento de conceptualización sobre la analogía: Es la búsqueda de consensos sobre cuáles fueron los conceptos fundamentales trabajados en la resolución del problema analógico. Se negocian significaciones, se introduce vocabulario preciso, se elabora conjuntamente un listado de elementos de la información analógica que, luego, tendrán su correspondencia con la información científica destino. Se arma una primera columna de la tabla de correlación conceptual (TCC).

3- Momento de correlación conceptual: Los estudiantes deben procesar la información científica encontrándose significado y comprensión por comparación con los significados ya aprendidos para la información analógica. Ellos completan la TCC.

4- Por último el momento de la metacognición, entendida como autogestión del aprendizaje (Monereo Font, 1995) o como una toma de conciencia del estudiante sobre el salto cognitivo que se ha logrado en el tema (Galagovsky, 1993a), constituye el propósito didáctico de la última etapa del MDA.

Figura F. Momentos del Modelo Didáctico Analógico.(Adúriz-Bravo y Galagovsky)



2.8.1 EL MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO

AUTORAS: GALAGOVSKY Y GRECO. (2009)

Para llevar a cabo esta metodología de usar una analogía en situación de MDA, las autoras postulan la necesidad de presentar a los estudiantes un problema de resolución accesible (la analogía), lo cual les permitirá arribar a diferentes soluciones y establecer tres momentos didácticos subsiguientes. Así podemos mencionar el momento anecdótico (cuando se presenta la analogía), el de conceptualización sobre la analogía propiamente dicha, el momento de correlación conceptual entre los conceptos de la analogía y los conceptos científicos a ser aprendidos; finalmente, el momento de metacognición. (Fig. C)

En el aprendizaje sustentable (Galagovsky, 2004a, b): un sujeto aprende cuando una información externa se convierte en conocimiento, en tanto el sujeto logra procesar vinculandola correctamente a conceptos sostén apropiados ya existentes en su estructura cognitiva. Los conceptos sostén (CS) permiten el procesamiento de la información externa a nivel consciente para dar lugar a un conocimiento sustentado.

Una analogía debería implicar, desde este modelo cognitivo, una suerte de conjunto de saberes auxiliares (provenientes de la información analógica) que ayudarían a los

sujetos, a manera de andamiaje, en su apropiación cognitiva de la información final a ser aprendida.

Esta primera actividad corresponde al primer momento, el Momento anecdótico: La analogía se presenta en forma de juego, o de problema que los estudiantes deben resolver en pequeños grupos.

Todas las formas de resolver dicho problema son válidas si se basan en la formulación de hipótesis y argumentaciones que las expliquen. Los estudiantes elaboran soluciones al problema planteado, desde sus ideas, conocimientos previos y conceptos conectores. El registro escrito del trabajo es preferentemente individual, pero las ideas se discuten en pequeños grupos.

2.8.1 INTRODUCCIÓN AL MODELO CIENTÍFICO DE LA PRIMERA LEY DE MENDEL: UN JUEGO COMO ANALOGÍA

Autores: Meinardi, G. Galli, Posadas, Corbelli.

En la siguiente actividad se plantea el uso de una analogía de un juego como introducción al modelo científico de la Primera Ley de Mendel donde existen relaciones de dominancia: el juego “piedra, papel o tijera” en una versión adaptada con solo dos opciones, papel y tijera.

Los materiales que se emplean son las planillas, bolsas, tarjetas con la inscripción papel y tijera. Se busca responder preguntas ya realizadas pero que aún no han sido respondidas. ¿Cómo es posible que una persona tenga un problema de crecimiento y sus padres no? La pregunta hace referencia al futbolista Lionel Messi.

Las reglas del juego son explicadas por el docente y la división de tareas dentro de los grupos, dos pares de jugadores. Los alumnos reciben dos bolsas para enfrentarlas en una serie de contiendas. Cada bolsa contiene dos tarjetas y una contienda consiste en sacar una tarjeta de cada bolsa y anotar el ganador según las siguientes reglas:

Tijera vs Papel -----Tijera.

Tijera vs Tijera-----Tijera.

Papel vs Papel-----Papel.

Luego de un número específico de contiendas se registra el resultado final del enfrentamiento, simplemente sumando las contiendas vencidas por papel y tijera.

Se espera que los alumnos completen la planilla (Actividad 1) de resultados para cada par de bolsas que se enfrenten. Con los resultados de cada enfrentamiento se pretende que puedan inferir de algún modo cuáles son los contenidos de las bolsas y verificarlos.

Se espera que los alumnos que reciban los resultados del enfrentamiento “A”: Tijeras 10 y Papel 0, infieran que ambas bolsas tenían tijeras, o que una tenía tijeras y la otra papeles. O que ambas eran mixtas y que siempre se dio la combinación de tarjetas y los otros papeles, o que ambas eran mixtas y que siempre se dio la combinación de tarjetas para que ganen las tijeras. Por otro lado, que los alumnos que reciban los resultados del enfrentamiento “B” infieran que al menos hay un papel en cada bolsa si reciben alguna contienda ganada por papel. Se espera que sean capaces de comunicar sus resultados y de explicar cómo lograron inferir los contenidos de las bolsas. Para la Actividad 2 se pretende que puedan pronosticar los resultados a partir del conocimiento del contenido de las bolsas y que puedan explicar cómo realizaron el pronóstico.

Se quiere que expresen proporciones, aunque sea intuitivamente y de una manera informal (por ejemplo: “todas tijeras”; “mitad y mitad”; más tijeras que papeles”).

Haciendo uso del análogo se realizan las actividades 1 y 2. (Anexos 1 y 2).

En la actividad 1 el objetivo que se busca es que a partir de los resultados obtenidos los alumnos puedan inferir el contenido de cada bolsa. Cada grupo con cuatro jugadores, dos jugaran con el par A y dos con el par B a un total de diez contiendas. Para cada una de las contiendas deberán anotar el ganador y al cabo de las diez anotarán el resultado final.

Al finalizar el enfrentamiento, los alumnos que jugaron con el par A pasarán sus resultados a los que tenían el par B y viceversa. A partir de los resultados recibidos deberán inferir cuál era el contenido de las bolsas con las que jugaron sus compañeros. Al finalizar la actividad el docente les preguntará cuál creen que es el contenido de las bolsas que tenían sus compañeros y por qué.

a)-Bolsa 1 (Tijera-Tijera) vs Bolsa 2 (Papel-Papel).

b)-Bolsa 1 (Tijera-Papel) vs Bolsa 2 (Tijera-Papel).

En la Actividad 2 el objetivo de ésta es que a partir del conocimiento del contenido de las bolsas los alumnos puedan pronosticar los resultados. En esta actividad los alumnos jugarán juntos y se dividirán las tareas. Dos jugadores serán los encargados de retirar una tarjeta de casa bolsa para cada contienda. Un plantillero será el encargado de completar las notas y un observador será el encargado de controlar los ganadores de cada partida y el resultado final. Recibirán un par de bolsas para los cuales deberán responder, antes de jugar:

Sabiendo cuál es el contenido de cada bolsa, ¿Cuál creen que será el resultado final al cabo de dos contiendas? ¿Y al cabo de 10, 50, 100? Durante el juego deberán completar la siguiente planilla. La partida esta vez será a 20 contiendas.

Cada grupo recibirá un par distinto para jugar:

Grupo 1: Bolsa 1 (Tijera -Papel) vs Bolsa 2 (tijera-papel).

Grupo 2: Bolsa 1 (Tijera-Papel) vs. Bolsa 2 (Tijera-Tijera).

Grupo 3: Bolsa 1 (Papel-Papel) vs. Bolsa 2 (Tijera-Papel).

Grupo 4: Bolsa 1 (Tijera-Papel) vs. Bolsa 2 (Tijera-Papel).

Una vez finalizada la actividad, el docente preguntará si lograron pronosticar el resultado final conociendo el contenido de las bolsas y cómo realizaron ese pronóstico.

A continuación se realiza la explicación teórica, cuyo objetivo principal es brindarles a los alumnos el conocimiento y las herramientas necesarias para que sean capaces de comprender y de resolver problemas relacionados con la herencia de caracteres.

Los conocimientos que deben disponer los estudiantes para una mayor comprensión del tema: concepto de gen, cromosoma, proteína, la relación rasgo-gen y división celular, en especial meiosis.

Luego de presentar la explicación teórica de las ideas de Mendel, se realiza una vinculación entre estos conocimientos y el análogo “papel-tijera”, y por último se trabaja con la tabla de Punnett y el cálculo de proporciones.

(Explicación en Anexo).

A continuación se vuelve al análogo, para establecer una relación directa entre éste y la explicación del anexo 3.

El docente pregunta los elementos empleados en el juego, bolsas, tarjetas, reglas del juego (se escriben en el pizarrón y los elementos presentes en la genética, que también se escriben en el pizarrón en forma de lista continúa: alelo recesivo, alelo dominante, padres o líneas parentales, cromosomas homólogos, genotipos, hijos o filial 1, etc.

Ahora se pide a los estudiantes que traten de establecer la siguiente relación: en el juego teníamos dos bolsas, cada una de ellas con tarjetas en su interior, ¿Con qué elementos de la genética podríamos relacionar el contenido de cada bolsa? Es decir, ¿qué elementos de la genética podríamos relacionar el contenido de cada bolsa? Es decir, ¿qué elemento de la genética contiene la información genética?

El docente retoma una situación vista antes invita a los alumnos a completar la actividad.

2.8.1 LAS ANALOGÍAS EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA

Autor: Benigno Martín González González. (2002)

En este trabajo de investigación se realiza una revisión bibliográfica del aporte de las analogías al proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza, así como un posicionamiento de la concepción y estructura de la analogía y de su puesta en práctica.

Cabe destacar del análisis cualitativo de la revisión bibliográfica las siguientes conclusiones:

1. Definición de analogía: «Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos. Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópico. Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario».
2. Propuesta de puesta en acción del proceso analógico: comprende los siguientes pasos:

A. Diseño del análogo.

B. Iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con el alumnado.

C. Análisis y/o evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

En lo que respecta a las conclusiones del análisis de los libros de texto cabe destacar las siguientes conclusiones:

1. Los promedios de las analogías por cada libro de texto son bajos en comparación con los obtenidos en otras investigaciones.

2. La mayor parte de las analogías que figuran en los márgenes de los textos se presentan en formato pictórico o pictórico-verbal.

3. El 52,9% de las analogías identificadas pertenecen a textos de ESO*

4. El mayor número de analogías identificadas en ESO corresponden a la materia de Ciencias de la Naturaleza, es decir, a los textos de 1º y 2º de ESO.

5. En el segundo ciclo de ESO se emplean con mayor frecuencia las analogías en los textos de la materia de Física y Química que en los de la materia de Biología y Geología.

6. El 56,0% de las analogías identificadas se encuentran en formato verbal.

7. Más de la mitad de las analogías que se han identificado no presentan orientación analógica.

8. La mayoría de las analogías identificadas presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto.

*Educación Secundaria Obligatoria. La Educación Secundaria Obligatoria (ESO) es el sistema educativo español de enseñanza secundaria desde el curso 1994-95 y que tiene como objetivo preparar al alumnado de entre 12 y 16 años para sus próximos estudios y/o el mundo laboral.

9. El mayor número de analogías que se han identificado en los textos presenta relación analógica funcional.

10. Más de la mitad de las analogías que se han identificado son simples. El 94,2% no explicitan las limitaciones. Es muy escaso el número de analogías extendidas. Se trata, por tanto, de un trabajo de investigación en el que se argumenta, a partir de la revisión bibliográfica llevada a cabo, que la analogía es un intento más de modelizar en aras del aprendizaje del alumnado, que puede considerarse como un recurso didáctico útil.

2.8.1 MODELIZAR LA EXPRESIÓN DE LOS GENES PARA EL APRENDIZAJE DE ENFERMEDADES GENÉTICAS EN SECUNDARIA

AUTORES: Noa Ageitos Prego, Blanca Puig

Proponemos la modelización como medio que ayuda a visibilizar y a comprender los mecanismos implicados en la expresión de los genes.

Las preguntas que guían este trabajo son:

1) ¿Cómo son los modelos materiales que elaboran los estudiantes de secundaria para explicar la expresión de los genes?

2) ¿En qué medida explican la expresión de los genes en base a los modelos elaborados y los relacionan con la anemia falciforme?

Los resultados muestran que todos los grupos movilizaron ideas y nociones de genética para elaborar sus modelos materiales, aunque en algunos casos se limitaron a nombrar y a situar los elementos involucrados en la expresión de los genes. Por otro lado, la modelización de la expresión de los genes con el kit permitió al alumnado elaborar una explicación sobre los mecanismos que intervienen en la expresión de los genes. Los cinco grupos lograron ampliar y mejorar sus modelos a la hora de justificarlos por escrito o comunicarlos verbalmente, lo que pone de manifiesto el potencial de un enfoque de modelización basado en las distintas fases propuestas por Justi (2006).

2.9 UNIDADES DIDÁCTICAS

“Deben ser instrumentos que hacen a la profesionalización docente, en tanto se constituyen como hipótesis teóricas de trabajo en el aula, que a partir de su aplicación en las clases y en función de los contextos de uso, se reconstruyen y se resignifican en un proceso meta evaluativo continuo”.

(Pujalte, Fernández Marchesi, .2019).

A continuación se detallan dos unidades didácticas que desarrollan un modelo de ciencia escolar acorde a lo expuesto en el capítulo 2.2, concepción semanticista, puesto

que el modelo subroga el contenido a desarrollar, establece un puente entre el contenido disciplinar y el estudiante, permitiéndole a éste último, argumentar sobre los alcances y limitaciones del modelo.

2.9.1 UNIDAD DIDÁCTICA: LEYES DE MENDEL Y CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA

Autores: E. Meinardi, L. G. Galli, Posadas y Corbelli

Los autores construyeron una secuencia de actividades cuyo objetivo es comprender las bases de la herencia a partir de un modelo teórico actual que se basa principalmente en las leyes establecidas por Gregor Mendel. Se establecen que los conocimientos básicos, prerequisites, son: conocimientos básicos sobre la célula y sus componentes y función de los ácidos nucleicos, replicación del ADN, división celular (meiosis), síntesis de proteínas, el concepto de cromosomas y carácter.

La unidad didáctica se encuentra organizada en cuatro clases:

1-Indagación de ideas previas: a partir de dos actividades, en la primera los autores recurren a una personalidad del fútbol argentino, Lionel Messi y su relación con la hormona de crecimiento, de esta manera se aseguran el interés de los estudiantes de catorce años.

La actividad solo necesita como materiales necesarios el pizarrón si es necesario y una copia del texto para cada alumno para realizar la lectura individual y luego se agrupan de a dos o tres alumnos para la resolución de un par de preguntas.

La segunda actividad hace referencia al problema del Daltonismo, problema muy común pero poco explicado en estudiantes de los primeros años del secundario.

Ambas actividades están pensadas para conocer cómo los estudiantes saben ¿Cómo un gen determina un rasgo o una característica esperamos que hagan referencia al modelo de expresión génica visto por ellos en clases anteriores, donde la síntesis de proteínas es el producto final de la transcripción-traducción genética (ADN-ARN;ARN-aminoácidos-cadena proteica) Finalmente esperamos que reconozcan que las distintas funciones de las proteínas(hormonales, estructurales, metabólicas) derivan en última instancia en una característica o un rasgo observable. Respecto a por qué el gen de la GH funciona en Pampa Mansa esperamos que refiera a la universalidad del código genético y de los sistemas de expresión. Para la ubicación del gen de la HG en Pampa Mansa y humanos esperamos que lo localicen en todas las células del cuerpo. Sin embargo los autores manifiestan estar advertidos de la posibilidad de que lo ubiquen en ciertos tejidos o células y en otros no, según donde es funcional el gen. La última pregunta está dirigida a indagar cuál es el modelo de herencia que los alumnos se representan, por lo tanto está referida a conocer los preconceptos que tienen respecto al contenido propio de la unidad por realizarse. Entre sus respuestas no necesariamente ambos progenitores aportan equitativamente a la descendencia, ante lo cual se pueden realizar preguntas tales como ¿...y si el toro tiene /no tiene el gen de la GH? ¿Los hijos machos también portarán el gen de la GH?

2-Introducción al modelo científico: para desarrollar este punto clave de la unidad, se le propone a los estudiantes el juego “piedra, papel o tijera”. (Analogía).Los objetivos que plantea la actividad son la familiarización con relaciones de dominancia, el pronóstico de resultados y la inferencia de causas mediante el juego. Para ello se propone como análogo a la Primera Ley de Mendel un juego donde existen relaciones

de dominancia. Para ello se utiliza una versión más simple, donde participan únicamente dos elecciones (papel y tijera).

3-Explicación teórica: se realiza una explicación detallada del método científico, haciendo la vinculación con el análogo planteado anteriormente. Así como también la explicación y resolución de problemas mediante la tabla de Punnett. El objetivo principal de la explicación teórica es brindarles a los alumnos el conocimiento y las herramientas necesarias para que sean capaces de comprender y de resolver problemas relacionados con la herencia de caracteres.

4- Resolución de problemas: la planificación se cierra con preguntas con las situaciones planteadas anteriormente en las actividades pautadas. El objetivo de la actividad es que utilicen los conocimientos adquiridos de genética para la resolución de problemas de modo de mejorar el aprendizaje de conceptos que no hayan sido comprendidos.

(Se adjunta en la sección Anexos, la unidad didáctica completa).

2.9.2 UNIDAD DIDÁCTICA PARA ESTUDIANTES DEL PROFESORADO. “PROBLEMATIZANDO LA PROBLEMÁTICA DE LA HERENCIA”

Autores: MEINARDI y GONZÁLEZ GALLI

La unidad didáctica está dirigida a estudiantes de la materia Enseñanza de las Ciencias Naturales I del Profesorado de Enseñanza Primaria de la Ciudad de Buenos Aires.

Los contenidos conceptuales que se tratan en esta unidad son, variabilidad entre los organismos. Herencia biológica: Leyes de Mendel, entendiéndose por ellas al Principio de Uniformidad y Ley de Segregación. Razas Humanas y Resolución de problemas.

Los objetivos que se plantean son la aproximación a la concepción de que las características de los seres vivos se encuentran resguardadas en unidades de información que se transmiten de generación en generación. Reconocer el mecanismo de herencia mendeliana como forma de explicar la variabilidad entre individuos. Reflexionar sobre las diversas interpretaciones del concepto raza. Identificar y valorar la resolución a la resolución de problemas como una estrategia didáctica que promueve la apropiación de los contenidos por parte de los alumnos.

La unidad didáctica se estructura en cuatro clases:

Primera clase: Indagación de concepciones sobre variabilidad.

Los estudiantes analizan distintas situaciones relacionadas con la herencia de caracteres y la variabilidad, y responden preguntas sobre la existencia y las causas de la variabilidad, cuyas respuestas serán revisadas posteriormente

Segunda clase: La analogía.

Presentación y problematización. Analizan una analogía diseñada para facilitar la comprensión de la primera y segunda Ley de Mendel y responden preguntas que la problematizan

Analizan una analogía diseñada para facilitar la comprensión de la primera y segunda Ley de Mendel y responden preguntas que la problematizan. Reciben una explicación del modelo científico (herencia mendeliana).

Comparación entre la analogía y el modelo científico. Analizan los alcances y limitaciones de la analogía presentada completando un cuadro. Responden preguntas que problematizan el modelo científico.

Tercera clase: Actividad de metacognición, síntesis y aplicación de conceptos

De manera individual y escrita, revisan sus respuestas a las preguntas de la actividad 1 y explicitan los conceptos sobre herencia mendeliana trabajados previamente. (Síntesis)
En forma grupal y escrita, responden preguntas que exigen la aplicación de los conceptos sobre herencia de caracteres, en un nuevo contexto.

Cuarta clase: Resolución de problemas.

Indagación de concepciones sobre resolución de problemas. Atribuyen características dadas por el docente en una lista a diferentes actividades (incluidas las realizadas en esta UD) y las agrupan.

Explicación de resolución de problemas Reciben una explicación sobre la resolución de problemas como estrategia didáctica.

Quinta clase: Discusión acerca del concepto de raza (aplicado a los seres humanos).

Leen textos de fuentes diversas sobre el concepto de raza aplicado a humanos y responden un cuestionario.

(Se adjunta la unidad completa en el anexo)

2.10 LA MODELIZACIÓN EN CONTEXTO VIRTUAL

“Un sujeto se apropia de las herramientas culturales disponibles en su época que le permiten resolver problemas dentro de las posibilidades del instrumento”

(Wertsch, 1998)

De manera paralela a la conceptualización de lo que implica un modelo y su valor educativo, en los últimos años los estudios en TIC y su impacto en los procesos educativos han aumentado de manera exponencial. La incorporación de herramientas informáticas para mediar los procesos de enseñanza y aprendizaje enriquece el espacio

interactivo y moviliza el pensamiento crítico y analítico a la vez que permite concebir y construir conocimientos con diferentes niveles de complejidad transformándose en instrumentos con alto potencial educativo (Miranda et al., 2010). En la actualidad el docente dispone de una amplia gama de herramientas tecnológicas para el desarrollo de actividades áulicas (Barberá et al., 2008). En este contexto, los videojuegos permiten trabajar múltiples habilidades tales como la creatividad espacial, siendo el marco ideal para que se promuevan discusiones de diversas temáticas curriculares que ayudan a los alumnos a pensar. (Lacasa, 2011; Gee, 2004)

2.10.1 UNA EXPERIENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO VIRTUAL DE GENÉTICA

María Constanza García Capocasa, Macarena Mariel Mari y María Eugenia Condat

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Universidad Nacional de Córdoba.

Recurso: Laboratorio Virtual de Genética.

Asignatura: Biología de 4to nivel medio

Contenidos: Genotipo y fenotipo

Edad de los alumnos: 15 años.

Una alternativa para la enseñanza de los procedimientos de laboratorio, cuando existen dificultades materiales, lo constituye el uso de laboratorios virtuales o simuladores interactivos de laboratorios, que se crean por medio del software (Sanz Pardo y Martínez Vázquez, 2005). Es necesario aclarar que las simulaciones no son un sustituto de la observación y la experimentación de fenómenos presenciales en un laboratorio,

pero pueden añadir una nueva dimensión válida para la indagación y la comprensión de la ciencia. En este sentido, se entiende por laboratorio virtual a un sitio informático que simula una situación de aprendizaje propia del laboratorio presencial, enmarcándose dentro lo que se conoce como entornos virtuales de aprendizaje (EVA) que, aprovechando las funcionalidades de las TIC, constituyen excelentes herramientas para reproducir fenómenos naturales y mejorar su comprensión (López García y Morcillo Ortega, 2007). Así, los laboratorios virtuales pueden ser utilizados para crear entornos constructivistas de aprendizaje en los que el proceso educativo se articula en torno al tratamiento de proyectos, cuestiones o problemas de interés para los alumnos que generen un proceso de investigación (Esteban, 2002; García Barneto y Gil Martín, 2006).

De esta manera, “los estudiantes al interactuar con la simulación, comprenden mejor los sistemas, procesos o fenómenos reales explorando conceptos, comprobando hipótesis o descubriendo explicaciones; al mismo tiempo que reestructuran sus modelos mentales al comparar el comportamiento de los modelos con sus preconcepciones” (López García y Morcillo Ortega, 2007).

Si pensamos en un laboratorio para la “comprensión” de temáticas de Genética, surge la necesidad de establecer desde qué marco teórico nos posicionamos. Stone Wiske (1999) caracteriza a la comprensión expresándose como la capacidad que posee el alumno para recuperar el conocimiento a la hora de resolver problemas, crear productos y tomar decisiones, desarrollando así un conjunto de desempeños valorados por la sociedad donde vive. Esto implica usar el conocimiento en forma reflexiva y en situaciones novedosas. Es decir, “la comprensión de un tópico es la capacidad de desempeño flexible, con énfasis en la flexibilidad. Por contraste, cuando un estudiante no puede ir

más allá de la memorización, el pensamiento y la actuación rutinarios, indica falta de comprensión”. (Stone Wiske, 1999)

El laboratorio virtual fue seleccionado después de una exhaustiva búsqueda de laboratorios virtuales disponibles en Internet referidos a conceptos del campo de la Genética. Se caracterizaron 19 laboratorios (García Capocasa, Mari, MalinVilar y Valeiras, 2013), de los cuales se optó por el Laboratorio “Genotipo y fenotipo de los dragones”.

El simulador elegido desarrolla los contenidos genotipo y fenotipo de dragones ficticios proponiendo actividades de selección de cruzas diferentes para obtener un determinado aspecto físico. Posteriormente, invita a modificar genotipo y fenotipo de cada dragón mediante diferentes desafíos.

- Modelo de enseñanza colaborativo de construcción del conocimiento;
- Responsabilidad compartida entre estudiantes y docente (todos los participantes aprenden juntos).
- Rol docente como soporte que facilite el proceso de meta reflexión,
- Evaluación del proceso que posibilite la retroalimentación del alumno y de esta manera permita aprender de manera continua.

3.CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

El análisis de las investigaciones que conforman la estructura del presente trabajo demuestran que la perspectiva semanticista y en especial la propuesta del epistemólogo norteamericano Ronald Giere, sobre modelos científicos constituye el aporte que mejor contribuye al trabajo en educación. Dicha corriente fue adoptada en hispanoamérica hace unos veinte años por Mercè Izquierdo y Agustín Adúriz Bravo con el fin de sustentar” *un modelo de modelo con valor educativo*” (Adúriz Bravo; Izquierdo 2009).

Lo novedoso de esta concepción es que propone un movimiento desde una caracterización lingüística, sostenida en el empirismo lógico, hacia una caracterización representacional de las teorías de las ciencias naturales. Es decir una preferencia por estudiar y entender las teorías científicas a través de sus modelos, por sobre el abordaje tradicional que se sustenta solo en mirar sus leyes (Adúriz Bravo; Ariza 2014).

Adaptar esta caracterización representacional de las teorías a los contenidos de la genética, puede ser una forma de lograr mejores aprendizajes, por ser una temática dentro de la biología que más dificultades ofrece entre los estudiantes. Este obstáculo, como ya lo hemos desarrollado oportunamente, conforma un abanico complejo en el que se pueden identificar dos aspectos por un lado, los inherentes a la

disciplina como : la naturaleza abstracta de la genética y la manera de abordarse en el currículum, su complejidad que implica procesos de nivel micro y macro; por el otro las influencias marcadas por el entorno. En este último, podemos citar a los medio masivos de comunicación, video de youtube y redes sociales que en su conjunto construyen las ideas previas de los estudiantes sobre los contenidos de genética y herencia que se arraigan en la estructura cognitiva por lo que la propuesta para modificar estas ideas previas y acercarlas a ideas científicas es la modelización porque permite a los estudiantes “desarrollar una comprensión más coherente, flexible, sistemática y principalmente crítica” (Justi,2006)

En consonancia con Badillo (2003) puede decirse que “la finalidad de la construcción de modelos escolares será la de dar herramientas a los alumnos para que interpreten la variedad de hechos que los rodean tanto en la vida diaria como en la escuela dándoles unidad y coherencia y siendo cada vez más operacionales y rigurosos [...] asimismo, se pretende que los alumnos doten de sentido a los conocimientos científicos, para proporcionarles autonomía en la forma de pensar y decidir sobre los fenómenos del mundo”.

Es decir que la principal implicancia didáctica de este trabajo es la propuesta de modelización científica escolar, entender fenómenos naturales a través de un modelo, que puede ser llevada al aula como lo demuestran las unidades didácticas seleccionadas y que emplean la analogía como introducción al modelo científico. Condición que aporta un contexto conocido y probado el cual nos alienta a replantear objetivos y obtener mejores resultados al momento de diseñar una unidad didáctica más cerca de una educación en ciencias que nos involucra desde todos los aspectos posibles.

Por lo tanto la modelización y el tratamiento de ideas metacientíficas, historia de la ciencia, epistemología, son directrices para las perspectivas teóricas actuales del campo de la didáctica de las ciencias naturales. Por lo antes expuesto se plantea la necesidad de trabajar en una sólida integración entre los contenidos disciplinares de biología desde el modelo teórico propuesta por la nueva corriente epistemológica, la escuela semanticista, en dos direcciones, por un lado en la formación de los futuros profesores y por el otro emplear como insumo de debate ,en las reuniones de departamento de Ciencias Naturales de la escuela secundaria, los trabajos de investigación sobre prácticas de modelización, conferencias de expertos y la participación en congresos de didáctica de las ciencias a cargo de entidades como ADBiA (Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina).

Considero que es una forma de fortalecer el puente entre las reflexiones de los Congresos de Educación y la realidad del aula. Socializar entre pares las diferentes problemáticas, reflexionar y conocer cómo los estudiantes y los docentes entienden los modelos y el proceso de modelización, cómo se utilizan los modelos en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Coll et al, 2005) y la importancia de los modelos científicos como algo imprescindible para comprender cómo se construye la ciencia (Dagher et al 2004), o incluso la propia naturaleza de la ciencia (Coll et al, 2005).

El desafío es entonces, ampliar la mirada monocular y salir de una construcción del conocimiento científico de forma lineal y acumulativo, quedando implícita, de esta manera que el modelo de ciencia escolar que planteamos en clase tiene relación directa con nuestro posicionamiento frente a una educación democrática en ciencias que fortalezca a la escuela pública.

ANEXOS

2.9 UNIDADES DIDÁCTICAS

2.9.1 UNIDAD DIDÁCTICA:

” Las leyes de Mendel y conceptos básicos de genética”

La siguiente unidad didáctica está dirigida para alumnos segundo año de nivel secundario del nivel secundario.

AUTORES: Meinardi, Posadas, Corbelli.

Actividad indagación ideas previas.

A -Lionel Messi y la hormona de crecimiento.

Muchos conocen la historia de Lionel Messi, quien a los trece años presentaba una estatura inferior para su edad. Esto ocurría porque su cuerpo no puede fabricar la hormona de crecimiento humano por defectos en el gen que codifica esa hormona. Lionel emigró a España donde fue tratado con la hormona y pudo mejorar su crecimiento.

Muchos niños y adolescentes afectados por problemas de crecimiento no tienen la suerte de un diagnóstico a tiempo ni la posibilidad de poder comprar o conseguir la hormona por su elevado costo. Sin embargo, esto podría cambiar a raíz de que hace algunos años atrás un laboratorio argentino pudo, mediante técnicas de recombinación genética, obtener vacas en cuya leche está presente la hormona del crecimiento.

La primera vaca que se logró obtener con esta característica se llamó Pampa Mansa, la cual tiene incluido en su material genético el gen de la hormona de crecimiento humano, lo cual permite producir en su leche dicha hormona. De esta forma, se logró proveer al mercado una cantidad suficiente de esta hormona, siendo ahora más accesible por aquellos grupos sociales de bajos recursos.

Responder:

1)-¿Por qué un defecto genético hace que Messi sea incapaz de fabricar la hormona de crecimiento humano?

2)-¿Por qué el gen de la hormona de crecimiento humano funciona también en las vacas?

3)-¿Dónde se encuentra el gen de la hormona de crecimiento humano en una persona?

MARCAR LA RESPUESTA CORRECTA CON UNA CRUZ:

	SI	NO	NO SABE/NO CONTESTA.
EN LA SANGRE.			
EN LAS CÉLULAS.			
EN EL CUERPO.			
EN LAS CÉLULAS SEXUALES.			
EN LAS GLÁNDULAS MAMÁRIAS.			
EN LOS HUESOS.			

4)-¿Dónde se encuentra el gen de la hormona de crecimiento humano en la vaca Pampa Mansa?

Marcar con una cruz la o las opciones que considere correctas.

	SI	NO	NO SABE/NO CONTESTA.
EN LA SANGRE.			
EN LAS CÉLULAS.			
EN EL CUERPO.			

EN LAS CÉLULAS SEXUALES.			
EN LAS GLÁNDULAS MAMÁRIAS.			
EN LOS HUESOS.			

5)-¿Crees que todos los hijos de la vaca Pampa Mansa también producirán leche con la hormona de crecimiento humano? ¿Por qué?

ACTIVIDAD ADICIONAL

En caso de que los resultados de la actividad anterior demuestren que los alumnos no tienen los conceptos necesarios para avanzar en la planificación o si los mismos son incorrectos, se propone la siguiente actividad:

Objetivos: Que los alumnos comprendan cuál es la localización de los genes y los cromosomas, qué relaciones hay entre rasgos y genes y cómo está involucrada la meiosis en la reproducción sexual.

Materiales necesarios:

Se necesita un afiche con una serie de imágenes donde figuren sólo dos colores y que se pueda distinguir en cada una de ellas un número u objeto determinado. Luego, se debe disponer de una fotocopia del texto y las preguntas para cada alumno. También se hace uso del pizarrón.

Tiempo estimado: 50 minutos

Rol del docente:

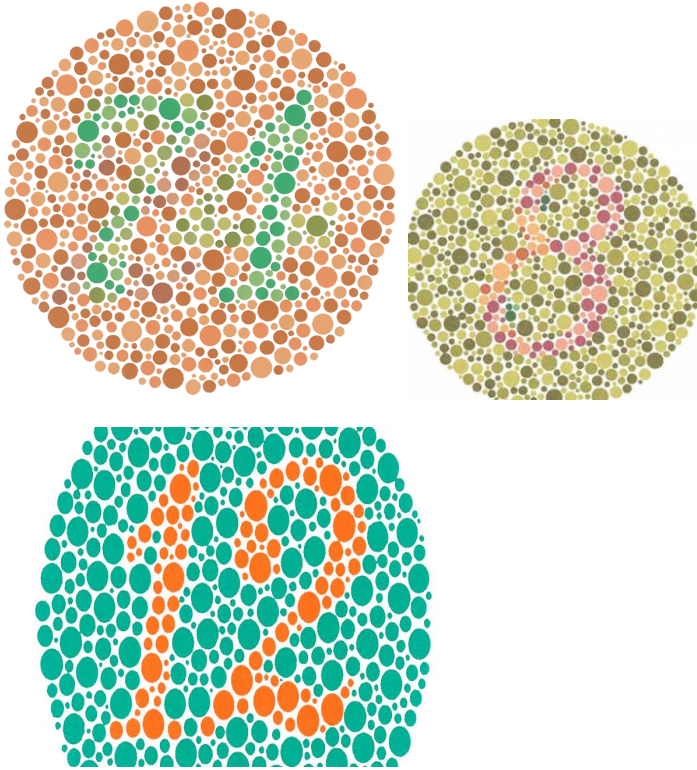
El docente expone las imágenes para generar el debate inicial. Esto lo realiza preguntando a los alumnos qué imágenes ven en los círculos y por qué creen que hay personas que no pueden distinguir lo mismo que ellos. Luego reparte las copias con el texto a leer y las preguntas a responder. Una vez realizada la actividad, el docente pregunta las respuestas dadas por los alumnos y realiza una breve explicación en el pizarrón.

El docente explicará que: Cuando decimos que una proteína (en este caso un pigmento visual) está codificado por un gen, estamos diciendo que dentro del núcleo de la célula, en algún cromosoma, existe una porción de ADN que contiene la información necesaria para su síntesis (fabricación de esa proteína). Como la síntesis de una proteína ocurre en los ribosomas, que están en el citoplasma, la información contenida en un gen es transcrita a moléculas de ARN que salen del núcleo. En los ribosomas, la información que llevan las moléculas de ARN es traducida para construir una proteína. Si el gen es defectuoso, significa que la información que

contiene no es la correcta para construir esa proteína. Puede pasar que la falla sea tan grave que no puede construirse ninguna proteína, o que se construya una proteína diferente que no puede cumplir la función esperada o que incluso cumpla una función nueva. Por lo tanto, si una persona tiene un defecto en alguno de los genes de los pigmentos visuales, éstos no podrán ser construidos o serán construidos de una manera diferente y ya no serán capaces de percibir el color de la luz. Los genes que codifican los pigmentos visuales están en todas las células del cuerpo, si bien sólo se expresan en las células de la retina del ojo. Todas las células de nuestro cuerpo contienen la misma información genética; esto ocurre porque todas derivan de una primera célula llamada cigota que se divide por mitosis. Lo que finalmente diferencia a nuestras células no es qué genes tienen, sino qué genes son los que se expresan. Las células sexuales tienen los mismos genes que el resto de las células del cuerpo. A través de ellas toda la información genética necesaria para el desarrollo, el crecimiento y el funcionamiento de un nuevo individuo, es transmitida de generación a generación. Todas las células de nuestro cuerpo tienen la información genética duplicada, es decir que para cada gen hay dos copias: una está en los cromosomas que recibimos de nuestro padre, y la otra en los cromosomas que recibimos de nuestra madre. A estas células se las llama diploides. En seres humanos la cantidad de cromosomas en una célula diploide es 46. Como las células sexuales se forman por meiosis a partir de otras células del cuerpo, para cada gen tienen una sola de esas copias. Estas células, sin la información genética duplicada, se llaman haploides y en humanos contienen 23 cromosomas. Cuando ocurre la fecundación, se unen un óvulo y un espermatozoide, ambos haploides, para formar la primera célula del individuo, la cigota, que es diploide.

Actividad:

Observar las siguientes imágenes y determinar el número que en ellas figura.



Leer el siguiente texto y responder las preguntas que allí figuran:

La ceguera a los colores

La capacidad de percibir colores depende de la presencia de tres proteínas en las células de la retina de los ojos. Estas proteínas son conocidas con el nombre de pigmentos visuales y las células que las contienen son capaces de informar al cerebro cuál es el color de la luz que está incidiendo sobre el.

Leer el siguiente texto y responder las preguntas que allí figuran:

La ceguera a los colores La capacidad de percibir colores depende de la presencia de tres proteínas en las células de la retina de los ojos. Estas proteínas son conocidas con el nombre de pigmentos visuales y las células que las contienen son capaces de informar al cerebro cuál es el color de la luz que está incidiendo sobre el ojo. En seres humanos, los pigmentos visuales ojo. En seres humanos, los pigmentos visuales son tres (uno para distinguir la luz azul, otro para la verde y el tercero para la roja) y están codificados cada uno de ellos por un gen distinto. Aquellas personas cuyo gen para el pigmento sensible al verde es defectuoso, no pueden

distinguir el color verde del rojo; inversamente, un defecto en el gen para el pigmento sensible al rojo da como resultado que vean el color rojo como verde.

Pensar y responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué significa que los pigmentos visuales están codificados por genes?
2. ¿Qué pasa con una proteína si el gen que la codifica es defectuoso? ¿Cómo se verá afectada su función?
3. Entonces, ¿por qué una persona con defectos en los genes de los pigmentos visuales no puede percibir ciertos colores?
4. ¿En qué células del cuerpo están los genes de los pigmentos visuales?
5. ¿Qué genes contienen las células sexuales (óvulo y espermatozoide)?
6. Cada uno de nosotros recibió los cromosomas de su mamá y de su papá, sin embargo es raro, porque no tenemos más cromosomas que ellos ¿cómo puede explicarlo? En las próximas clases vamos a aprender genética y a intentar responder estas preguntas:
7. ¿Cómo es posible que los genes defectuosos de los pigmentos visuales a veces se transmiten a los hijos y a veces no?
8. ¿Podrán las hijas de Pampa Mansa producir leche con hormona de crecimiento humano?
9. Los papás de Messi no tuvieron problemas de crecimiento durante su desarrollo, entonces ¿cómo es posible que Messi sí los haya tenido?

INTRODUCCIÓN AL MODELO CIENTÍFICO

Objetivos:

Que los alumnos se familiaricen con relaciones de dominancia, el pronóstico de resultados y la inferencia de causas mediante un juego. Para ello se propone como análogo de la Primera ley de Mendel un juego donde existen relaciones de dominancia: el juego “piedra, papel o tijera”.

Se utiliza una versión más simple, donde participen únicamente dos elecciones (papel y tijera).

Materiales necesarios: Planillas, bolsas, tarjetas papel/tijera

Desarrollo de la clase:

En esta clase se llevan a cabo dos actividades haciendo uso del análogo propuesto.

Actividad 1

Objetivo particular: Que a partir de los resultados obtenidos los alumnos puedan inferir el contenido de las bolsas.

El docente explica la Actividad 1.

Cada grupo tiene cuatro jugadores. Dos jugarán con el par A y dos jugarán con el par B a un total de diez contiendas. Para cada una de las contiendas deberán anotar el ganador y al cabo de las diez anotarán el resultado final. Planilla donde deben anotar los resultados:

CONTIENDA NRO	GANADOR
1	
2	
3	
“	
10	

Resultado: papel.....tijera.....

Al finalizar el enfrentamiento, los alumnos que jugaron con el par A, pasarán sus resultados a los que tenían el par B y viceversa. A partir de los resultados recibidos deberán inferir cuál era el contenido de las bolsas con las que jugaron sus compañeros. Al finalizar la actividad el docente les preguntará cuál creen que es el contenido de las bolsas que tenían sus compañeros y por qué.

a) Bolsa 1 (tijera-tijera) vs. Bolsa 2 (papel-papel)

b) Bolsa 1 (tijera-papel) vs. Bolsa 2 (tijera-papel)

Actividad 2

Objetivo particular:

Que a partir del conocimiento del contenido de las bolsas los alumnos puedan pronosticar los resultados.

El docente explica la Actividad 2.

En este caso los cuatro alumnos jugarán juntos y se dividirán las tareas. Dos jugadores serán los encargados de retirar una tarjeta de cada bolsa para cada contienda.

Un planillero será el encargado de completar las notas y un observador será el encargado de controlar los ganadores de cada partida y el resultado final.

Recibirán un par de bolsas para los cuales deberán responder, antes de jugar: Sabiendo cuál es el contenido de cada bolsa, ¿Cuál creen que será el resultado final al cabo de dos contiendas? ¿Y al cabo de 10, 50, 100? Durante el juego deberán completar la siguiente planilla. La partida esta vez será a 20 contiendas.

Planilla donde deben anotar los resultados:

BOLSA 1	BOLSA 2	PARTICIPANTES DE LA CONTIENDA	GANADOR
1			
“			
“			
20			

Resultado final: tijera.....papel.....

Cada grupo recibirá un par distinto para jugar:

Grupo 1: Bolsa 1 (tijera-papel) vs. Bolsa 2 (tijera-papel)

Grupo 2: Bolsa 1 (tijera-papel) vs. Bolsa 2 (tijera-tijera)

Grupo 3: Bolsa 1 (papel-papel) vs. Bolsa 2 (tijera-papel)

Grupo 4: Bolsa 1 (tijera-papel) vs. Bolsa 2 (tijera-papel)

Una vez finalizada la actividad, el docente preguntará si lograron pronosticar el resultado final conociendo el contenido de las bolsas y cómo realizaron ese pronóstico

EXPLICACIÓN TEÓRICA.

Objetivos generales: El objetivo principal de la explicación teórica es brindarles a los alumnos el conocimiento y las herramientas necesarias para que sean capaces de comprender y de resolver problemas relacionados con la herencia de caracteres.

Prerrequisitos generales:

Es indispensable para una mayor comprensión del tema, que los alumnos comprendan el concepto de gen, cromosoma, proteína, la relación rasgo-gen y división celular, en especial meiosis.

La explicación teórica de las ideas de Mendel se divide en tres partes, donde en la parte A se hace la presentación teórica del tema, en la parte B se realiza la vinculación entre estos conocimientos y el análogo “papel-tijera”, y en la parte C se trabaja con la tabla de Punnett y el cálculo de proporciones.

La explicación teórica de las ideas de Mendel se divide en tres partes, donde en la parte A se hace la presentación teórica del tema, en la parte B se realiza la vinculación entre estos conocimientos y el análogo “papel-tijera”, y en la parte C se trabaja con la tabla de Punnett y el cálculo de proporciones.

PARTE A

Objetivos: El objetivo principal de la explicación teórica es brindarles a los alumnos el conocimiento y las herramientas necesarias para que sean capaces de comprender la herencia de caracteres

Materiales necesarios: Se hace uso del pizarrón y de un juego de fotocopias con la explicación teórica básica.

Tiempo estimado: 50 minutos

Rol del docente: El docente debe llevar a cabo la explicación teórica del tema de forma clara y sencilla. Para ello se propone el discurso que figura en la sección “Desarrollo de la clase”.

Rol de los alumnos

Los alumnos deben tomar nota de aquello que el docente dice, utilizando la fotocopia en caso de no entender algo o preguntar directamente al docente sus dudas. Se pretende que participen en la clase respondiendo las preguntas que se hagan y que resultan los ejercicios planteados.

Desarrollo de la clase:

Para la explicación teórica del modelo científico en cuestión se entrega a cada alumno las fotocopias donde figura la definición de conceptos básicos de genética y las ideas de Mendel. Los contenidos de la explicación en esta primera parte son los siguientes: líneas parentales, fecundación, meiosis, filial 1, alelo dominante, alelo recesivo, homocigosis, heterocigosis, genotipo, fenotipo y leyes de Mendel. Para ello el docente recurre al pizarrón y realiza el siguiente discurso: ¿Quién sabe cuántas cromosomas tiene la especie humana?. Si, muy bien, 46. Ahora bien, de esos 46 cromosomas, 23 son aportados por la madre y 23 son aportados por el padre. Cada “paquete” de 23 cromosomas contiene información que codifica para un carácter en particular, por lo tanto al tener dos “paquetes” que codifican para el mismo carácter, ¿cuál se expresa? ¿quién gana? Aquellos cromosomas, uno proveniente de la madre y otro del padre, que codifican para el mismo carácter se conocen como cromosomas homólogos, y la variante de un gen en un cromosoma en particular se conoce como alelo. Por lo tanto, cada individuo tiene dos alelos que codifican para el mismo carácter, pero la información que en ellos figura no será necesariamente la misma. Tomemos como ejemplo el carácter color de ojos. Una madre tiene ojos azules y el padre tiene ojos marrones, ambos tienen un hijo de ojos marrones. Que los ojos puedan ser azules o marrones en lo que identificamos como alelos. Ahora bien, ¿podrían tener un hijo con ojos azules? Para comprender esto es necesario recurrir a la genética. Esta es la ciencia que estudia cómo están determinadas las características en el ADN, cómo se expresan en el organismo y explica el modo en que se transmiten de una generación a otra. Se reconoce a Gregor Mendel como al padre de la genética, ya que fue él quien estableció las bases de la misma, mediante la realización de una serie de experimentos con plantas de arvejas. Mendel estudió ciertas características de estas plantas y mediante varios cruzamientos y al análisis de sus resultados, planteó los siguientes conceptos. Básicamente se pueden identificar dos tipos de alelos: uno es dominante y otro es recesivo. El dominante es aquel que siempre que esté

presente se va a expresar, y el otro es el recesivo. ¿Podrían decirme qué alelo es dominante en el color de ojos? ¿el azul o el marrón? Ahora bien, todo individuo tiene dos alelos que codifican para el mismo carácter, pero sólo se expresa uno según las reglas de la herencia. Aquel individuo que tiene los dos alelos dominantes se dice que es homocigota dominante para dicho carácter. Si el individuo tiene los dos alelos recesivos, se dice que es homocigota recesivo para dicho carácter. Y finalmente, si el individuo tiene un alelo dominante y el otro recesivo, se dice que es heterocigota para ese carácter. Que un individuo sea homocigota o heterocigota para un determinado carácter, determina su genotipo, es decir la información presente en sus cromosomas. Por otro lado, un alelo dominante se expresa cuando el individuo sea heterocigota u homocigota dominante para ese carácter, por lo tanto, en el caso de nuestro ejemplo, este alelo determina el color de ojos marrón. En el caso de un alelo recesivo, éste sólo se expresa cuando esté en homocigosis, por lo tanto dará un color de ojos azul. Que el color de ojos pueda ser azul o marrón es lo que definimos fenotipo del individuo, es decir, las características que se expresan según el genotipo presente. Retomando nuestro ejemplo, supongamos que la madre de ojos azules es obviamente homocigota para ese carácter y el padre de ojos marrones es heterocigota. Para esquematizar el genotipo utilizamos letras mayúsculas para el alelo dominante y letras minúsculas para el alelo recesivo. Por lo tanto los genotipos de cada padre y del hijo son los siguientes:

(MADRE) aa X (PADRE) Aa → LÍNEA PARENTAL
--

↓

Aa (Hijo) → FILIAL 1.

Rol del docente: El docente debe llevar a cabo la explicación teórica del tema de forma clara y sencilla. Para ello se propone el discurso que figura en la sección “Desarrollo de la clase”.

Rol de los alumnos:

PARTE B

Objetivos: El objetivo es que los alumnos puedan vincular los elementos vistos en el análogo con los conceptos presentados en la explicación teórica.

Materiales necesarios: El pizarrón.

Tiempo estimado: 20 minutos.

Es decir, ¿qué elemento de la genética contiene la información genética? Muy bien, los genotipos de los padres. Si retomando el caso del carácter color de ojos que vimos antes, el contenido de una de las bolsas sería el genotipo de la madre “aa” y el contenido de la otra bolsa sería el genotipo del padre “Aa”. Ahora bien, haciendo este mismo razonamiento tienen que completar el resto del cuadro. Copien en sus carpetas lo que hemos hecho hasta ahora, les doy 5 minutos y luego pasan a completar lo que falta.

Actividad: Completar la siguiente tabla.

Elementos del juego “papel-tijera”	Elementos de la herencia (posibles respuestas)
BOLSAS.	Líneas parentales: padres.
CONTENIDOS DE LAS BOLSAS.	genotipos parentales
Ambas tarjetas de cada bolsa	cromosomas homólogos
TARJETA PAPEL	cromosoma con alelo recesivo
TARJETA TIJERA	cromosoma con alelo dominante.
CONTIENDA	Fecundación.

TARJETA QUE SE ENFRENTAN EN CADA CONTIENDA	Fenotipo de Filial 1; de los hijos
RESULTADO	Fenotipo de Filial 1; de los hijos
REGLA 1: EN CADA BOLSA SOLO HAY UNA TARJETA	Cada gen tiene dos copias, una en un cromosoma paterno y otra en el cromosoma materno
Regla 2: sacar al azar una tarjeta de cada bolsa	En la formación de las gametas los cromosomas homólogos segregan al azar.
Regla 3: Tijera vs papel = Tijera	Reglas de dominancia

PARTE C

Objetivos:

Teniendo claro los conceptos de segregación de cromosomas, el objetivo ahora es que los alumnos puedan determinar la probabilidad de adquirir determinados caracteres, utilizando la tabla de Punnett.

Materiales necesarios: El pizarrón.

Tiempo estimado: 40 minutos

Rol del docente:

El docente debe explicar cómo se resuelve un típico problema de genética de cálculo de proporciones utilizando como herramienta la tabla de Punnett.

Rol de los alumnos:

Una vez realizada la explicación de resolución de problemas mediante la tabla de Punnett, los alumnos deben resolver dos actividades donde deben aplicar los conocimientos y herramientas adquiridas durante todo el curso.

Desarrollo de la clase:

La clase se compone de dos partes, la parte I donde se realiza la explicación teórica del cálculo de probabilidades con uso de la tabla de Punnett, y la parte II en la cual los alumnos tienen que resolver dos problemas típicos de genética.

PARTE I

El docente inicia la clase tomando como ejemplo el carácter color de ojos y realiza la explicación sobre cálculo de proporciones para dicho carácter, utilizando la tabla de Punnett.

El discurso que se propone es el siguiente:

Retomemos el carácter color de ojos, donde el marrón es dominante sobre el azul, ¿qué probabilidades hay de que una madre y un padre ambos heterocigotas tengan un hijo de ojos marrones? ¿y de ojos azules? Para saber esto utilizamos lo que se conoce como tabla de Punnett.

En esta tabla se ubican las gametas que pueden dar los padres según su genotipo y se analizan los posibles cruces de la siguiente forma:

Tabla de Punnett.

GAMETAS DE LA MADRE

GAMETAS	A	a
A	AA	Aa
a	aA	aa

GAMETAS DEL PADRE

De la cual podemos obtener las siguientes conclusiones:

PROBABILIDAD	GENOTIPO	FENOTIPO
25%	Homocigota dominante	color de ojos marrón
25%	Homocigota recesivo	color de ojos azules
50%	Heterocigota	color de ojos marrón

Por lo tanto, existe un 75% de probabilidad es que el hijo tenga ojos marrones y sólo un 25% de probabilidades de que tenga ojos azules.

PARTE II

Se entregan dos problemas para resolver aplicando cálculo de proporciones y una serie de preguntas relacionadas con los elementos presentes en cada situación problemática. La propuesta es que los resuelvan de forma individual o de a dos y luego pasen al pizarrón a exponer la metodología de resolución y sus resultados.

Problema 1

María es heterocigota para el color de pelo y se casa con Pedro que es homocigota recesivo para el mismo carácter. Al cabo de un año tiene un hijo, Juan. Si el pelo castaño es dominante sobre el rubio, responder:

1. ¿Cuáles son los fenotipos de María y Pedro?
2. Determinar cuáles son las probabilidades de que Juan sea rubio y cuáles de que sea castaño.
3. ¿Qué significa que un carácter sea dominante sobre otro? Determinar cuándo se expresa uno y cuándo otro.
4. Determinar en qué casos es posible que de padres rubios o castaños, se pueda obtener un hijo pelirrojo.

Posibles respuestas

1. Dado que la madre es heterocigota su fenotipo es pelo castaño y como el padre es homocigota recesivo su pelo es rubio.
2. Esta pregunta se resuelve haciendo la tabla de Punnett, a partir de la cual se concluye que existe un 50% de probabilidad de que el hijo sea rubio y un 50% de que sea castaño.
3. Que un carácter sea dominante sobre otro significa que siempre que esté presente en el genotipo de un individuo, éste se expresará. Es decir, puede ser AA o Aa y siempre se expresara el dominante. El recesivo sólo se expresará cuando el genotipo sea aa.

4. Si el alelo color de pelo pelirrojo es recesivo frente al rubio y al castaño, la única forma de que se exprese es que el genotipo del hijo sea homocigota recesivo para ese color. Es decir, que ambos padres deben tener el alelo recesivo para el color de pelo pelirrojo en su genotipo.

Problema 2

En una especie de delfín, el carácter pigmentación uniforme domina sobre el de pigmentación manchada. Un delfín macho de pigmentación uniforme se cruza con una hembra de igual pigmentación y tienen un delfín de pigmentación manchada.

1. ¿Cuál es el genotipo de los padres?
2. Indicar si puede haber descendientes con distinto fenotipo al señalado y cuál sería su genotipo.

Posibles respuestas:

1. Tanto el macho como la hembra son de pigmentación uniforme, por lo tanto deben tener en sus genotipos el alelo dominante, y dado que tiene un hijo de pigmentación manchada, también deben tener el alelo recesivo, por lo tanto ambos padres son heterocigotas.
2. En este punto deber hacer la tabla de Punnett con los genotipos parentales establecidos, a partir de la cual obtienen las siguientes conclusiones: los genotipos posibles de la descendencia son AA (25% de probabilidad), Aa (50% de probabilidad) y aa (25% de probabilidad), por lo tanto existe un 75% de probabilidades de tener un hijo de pigmentación uniforme y sólo un 25% de probabilidades de que sea manchado.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Objetivos:

Que los alumnos utilicen los conocimientos adquiridos de genética para la resolución de problemas de modo de mejorar el aprendizaje de conceptos que no hayan sido comprendidos.

Prerrequisitos: Para poder resolver los problemas que aquí se presentan, los alumnos deben haber entendido los conceptos sobre genética explicados en las clases anteriores

Tiempo estimado: 80 minutos.

Materiales: hoja de problema.

El docente lee los problemas que figuran en la fotocopia y realiza las aclaraciones necesarias para su resolución. A medida que los alumnos los vayan resolviendo, aquellos que quieran participar pasarán al frente para exponer sus respuestas y metodologías de resolución. Se realizará una puesta en común para cada problema, revisando las dificultades que se vayan presentando. El docente para cada caso explicará: Los hijos varones de un hombre sano y una mujer daltónica serán daltónicos ya que siempre recibirán por parte materna un cromosoma X con el alelo defectuoso. Las hijas mujeres no serán daltónicas, pero serán portadoras del alelo defectuoso en el cromosoma X heredado de la madre. La madre de los chicos debe ser portadora del alelo defectuoso en uno de sus dos cromosomas X. Uno de los chicos lo heredó, y expresa el fenotipo daltónico, mientras que el otro no, y por lo tanto es sano. Si cruzáramos a Pampa Mansa con un toro homocigota recesivo para el gen de la insulina humana (es decir, que no porta ninguna copia de ese gen) y tuviéramos algún descendiente homocigota recesivo, entonces Pampa Mansa es heterocigota para ese carácter. La enfermedad debe ser recesiva y cada uno de los padres debe haber sido heterocigota para esa característica. Lionel recibió un alelo recesivo de cada uno de sus padres y manifestó la enfermedad. El contenido genético de Lionel no cambió luego de su tratamiento con hormona de crecimiento humana. El tratamiento sólo le brindó la hormona que su cuerpo no podía fabricar naturalmente, pero no cambió sus genes. Por lo tanto, los hijos de Lionel heredarán de él un alelo recesivo y dependerá del alelo que reciban de la madre si ellos manifiestan o no la misma enfermedad.

Rol de los alumnos:

Se espera que los alumnos puedan resolver los problemas de a pares y participar de las puestas en común para comunicar sus respuestas.

Desarrollo de la clase:

Se entrega a los alumnos una fotocopia con la actividad a llevar a cabo en clase. La misma se puede resolver en forma individual o de a dos. Luego, se hace una puesta en común de cada problema con la debida intervención del docente.

Actividad:

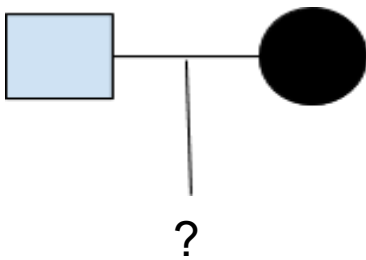
Leer el siguiente texto y teniendo en cuenta todo lo visto en clase, responder las preguntas que figuran a continuación.

La ceguera a los colores, la vaca y Messi...

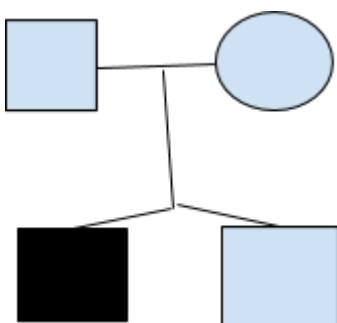
La capacidad de percibir colores depende de tres genes que codifican tres pigmentos visuales diferentes: uno para distinguir la luz azul, otro para la verde y el tercero para la roja. En particular, los genes que codifican los pigmentos que reaccionan a la luz verde y roja están en el cromosoma sexual X. Esta enfermedad, también conocida como daltonismo, es una enfermedad recesiva ligada al sexo (porque está involucrada en la herencia de un cromosoma sexual).

Recuerden que las mujeres portan dos cromosomas sexuales X, uno heredado de su padre y otro de su madre; y los hombres portan un cromosoma Y (siempre heredado del padre) y un cromosoma X (siempre heredado de la madre).

1. Si un hombre sano y una mujer daltónica tienen hijos, ¿serán ellos también daltónicos? ¿Por qué?



2. Una pareja sana tiene dos hijos varones, uno padece daltonismo y el otro no. ¿Cómo puedes explicarlo?



3. La ceguera a los colores rojo-verde ocurre menos frecuentemente en mujeres que en hombres ¿cómo podrías explicarlo? Confecciona una genealogía donde pueda ocurrir un caso así. Debes incluir a una mujer afectada, sus padres, todos sus abuelos e imagina que tiene hermanos o primos. Si hubiera otros individuos afectados en la familia, señalarlos con un símbolo oscuro y recuerda que los hombres se indican con cuadrados y las mujeres con círculos.

Rastrea en la genealogía qué individuos portan cromosomas X con el gen defectuoso.

4. Imagine que trabajan en el departamento de producción del instituto que logró insertar el gen de la hormona de crecimiento humano en la vaca Pampa Mansa. El instituto desea conocer si Pampa Mansa es homocigota para ese gen o si es heterocigota. Propongan un cruzamiento con un toro de modo de obtener descendientes que le ayuden a responder esa pregunta.

5. Supongamos que los padres de Messi no tuvieron problemas de crecimiento durante su desarrollo, entonces ¿cómo es posible que Messi sí los haya tenido?

6. Si Messi tuviera hijos, luego de su tratamiento realizado en España, ¿cree que ellos nacerán con el mismo problema que él? ¿Por qué?

BIBLIOGRAFÍA

Ayuso, E.; Banet, E. y 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(2), 127-142.

Ayuso, G.E. y Banet, E. (2002) Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. Enseñanza de las Ciencias, 20(1), 133-157.

Banet, E. y Ayuso, E.; (1995) Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: I Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. Enseñanza de las Ciencias, 13(2), 137-153.

Bibliografía utilizada para las fotocopias teóricas:

Adúriz-Bravo A., et. al. (2006) Biología. Anatomía y fisiología humanas.

Genética. Evolución. Primera edición, Buenos Aires. Editorial Santillana.

Audesirk T., et. al. (2008) Biología. La vida en la Tierra. Octava edición, México. Editorial Pearson Educación.

2.9.2. UNIDAD DIDÁCTICA PARA NIVEL Terciario.

“Problematizando la problemática de la herencia”

Autores: M. Álvarez; T. Bengochea; B. Castaño; I. Rodríguez Vida; L. González Galli y E. Meinardi.

Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Biología Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

I. Temas (contenidos conceptuales) que se tratan en esta unidad

- Variabilidad entre los organismos.
- Herencia biológica: Leyes de Mendel (Principio de Uniformidad y Ley de Segregación).
- Razas humanas.
- Resolución de problemas.

II. Población a la que se dirige

Estudiantes de la materia Enseñanza de las Ciencias Naturales II, del Profesorado de Enseñanza Primaria (adultos de edades variadas) que han concluido sus estudios secundarios, de la Ciudad de Buenos Aires.

III. Objetivos generales

Que los alumnos:

1. Se aproximen a la concepción de que las características de los organismos están resguardadas en unidades de información que se transmiten de generación en generación.
2. Reconozcan el mecanismo de herencia mendeliana como una forma de explicar la variabilidad entre individuos.
3. Reflexionen sobre las diversas interpretaciones del concepto de raza.
4. Identifiquen y valoren a la "resolución de problemas" como una estrategia didáctica que promueve la apropiación de los contenidos por parte de los alumnos.

IV. Prerrequisitos

La planificación fue diseñada para alumnos que:

- Sepan que existe información no visible en cada organismo que se expresa de forma visible (o no visible) caracterizándose.
- Hayan tenido una primera aproximación al concepto de reproducción sexual, como un fenómeno producto de la fecundación, es decir de la unión de gametos, que suele demandar dos individuos para dejar descendencia.
- Conozcan distintos formatos de comunicación simbólica para representar datos, conceptos o teorías.

Aclaración: En español, el género gramatical masculino en plural (y a veces en singular) incluye ambos géneros. Esta forma, propia de la lengua, oculta la mención de lo femenino. Pero como el uso explícito de ambos géneros gramaticales dificulta la lectura, para la Unidad Didáctica emplearemos el masculino como inclusor en todos los casos.

VI. Desarrollo

Clase 1. Actividad 1 – Indagación de concepciones sobre variabilidad

Objetivos específico

Que los estudiantes: Expliciten sus concepciones acerca de la existencia y las causas de la variabilidad en distintos tipos de organismos.

La variabilidad es la capacidad que tienen los organismos vivos para variar, que se traduce en la modificación del fenotipo de un individuo con respecto a sus progenitores. Gracias a la variabilidad, los descendientes de una pareja de progenitores difieren no solamente entre sí, sino además en relación con sus padres. Las causas de la variabilidad biológica son, fundamentalmente: la influencia de los factores medioambientales, las recombinaciones génicas o cromosómicas (esta es la causa en la que se focaliza la presente Unidad Didáctica), y las mutaciones. La actividad consiste en una resolución de problemas para la indagación de ideas previas o concepciones sobre la existencia y las causas de la variabilidad en diferentes especies. Las ideas provenientes del sentido común, de la cultura o de la experiencia que poseen los alumnos (y todos) son persistentes y no concuerdan casi nunca con las ideas científicas. Consideramos que estas ideas (que pueden considerarse como errores desde el punto de vista de los modelos científicos) no deben desecharse, castigarse o ignorarse; al contrario, deben respetarse como formas diferentes de ver el mundo y utilizarse como punto de partida (Meinardi, 2010).

Entonces, es importante que los estudiantes tomen conciencia de ellas, ya que „la comprensión y el aprendizaje se fundamentan en las concepciones ya existentes; por consiguiente, el alumno debe analizar las similitudes entre sus ideas previas y las ideas nuevas que se le presentan “ (Duit, 2006, p.246). Considerando estas ideas como las formas que tienen los alumnos de comprender y explicar los fenómenos del mundo (y no simplemente como contenidos memorísticos), decidimos formular las consignas de la indagación de manera que las respuestas que se obtengan puedan conducir a explicaciones acerca de ciertos fenómenos, presentados en este caso como situaciones o problemas que distintos emprendedores tuvieron en sus negocios de crianza de diferentes especies. Problematizar fenómenos reales, además, abona a que la actividad sea interesante y a generar un espacio para la posterior instrucción, ya que se apela a una intervención activa y creativa de los estudiantes para resolver el problema planteado, y esto tiende a favorecer el posterior aprendizaje. En relación a la existencia de la variabilidad, nos basamos en la suposición de que los estudiantes podrían pensar que existe variabilidad en los seres humanos porque la identifican fácilmente pero no la reconocen en las especies más alejadas evolutivamente de los humanos (por ejemplo, los insectos), por lo que planteamos preguntas (4 y 6) que apuntan a indagar específicamente este punto. Antes de plantearla en la secuencia, hicimos las preguntas de la actividad a personas allegadas a nosotros, de edades variadas, con el secundario completo y que no hubieran seguido ninguna carrera afín a la Biología. Se les pidió explícitamente que respondieran las preguntas de la actividad de acuerdo a sus ideas, sin buscar información al respecto. La indagación se realizó con 12 personas, y las respuestas fueron recopiladas y analizadas para en base a ellas, identificar la variedad de respuestas esperadas. Las consignas y el cuestionario se le entregan a cada estudiante de forma impresa para que la resuelva por escrito, de forma individual.

En la actividad 3 de esta Unidad Didáctica, se plantea que los estudiantes retomen la problemática presentada en esta actividad.

Fernanda: “¡Yo también tuve problemas! En un emprendimiento de venta de flores exóticas que intenté iniciar, se me ocurrió cruzar plantas que tienen flores rojas con plantas que tienen flores blancas para obtener plantas con flores rosas, porque quería vender un tipo de flor con un nuevo color que no se ve en la naturaleza en esa especie, ¡pero todas las flores que obtuve haciendo eso fueron rojas!” Los emprendedores se quedaron un rato largo discutiendo sobre las experiencias de cada uno tratando de explicar cada caso.....¿Los podemos ayudar?

Respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué pudo haber pasado que uno de los potrillos de Marcela salió alazán siendo sus dos padres de color negro?
2. ¿Y por qué crees que pudo haber pasado que una de las chinchillas salió gris siendo sus padres y hermanos beige?
3. ¿Estás de acuerdo con la decisión de Pablo de cambiar de emprendimiento tan abruptamente o hubieses intentado alguna otra estrategia para lograr el objetivo? ¿Por qué? Si le propusieras otra estrategia, ¿cuál sería?

4. ¿A qué se refiere Pablo cuando dice que los grillos le salen todos igualitos? ¿Cómo lo logró? ¿Estás de acuerdo con dicha afirmación? ¿Por qué?
 5. ¿Por qué crees que Fernanda no pudo obtener flores rosas a partir de su cruzamiento?
- A modo de reflexión sobre los problemas tratados:
6. ¿Creés que las dos chinchillas hermanas que nacieron con el mismo color (beige -oscuro) podrían diferir en alguna otra característica además del color, ya sea observable o no observable? ¿Y en el caso de los grillos? ¿Y en el de las plantas con flores rojas? En caso de respuesta afirmativa, dar ejemplos para cada uno.

Clase Actividad 2 – Analogía: “Primera y segunda ley de Mendel”

Objetivos específico

Que los estudiantes

- :1. Conozcan los principios de las Leyes de Mendel (Uniformidad y Segregación -1° y 2° Ley-).
2. Se aproximen a la concepción de que las características de los organismos están resguardadas en unidades de información que se heredan de generación en generación.
3. Comprendan que la herencia de las unidades de información siguen reglas estrictas en algunos casos, y pueden utilizarse de manera predictiva o explicativa de fenómenos a sus vidas cotidianas.
4. Identifiquen, y puedan utilizar la simbología utilizada en genética para representar los procesos de herencia de unidades de información.
5. Reconozcan el modelo de herencia mendeliana como una forma de explicar variabilidad entre individuos.

Introducción

La actividad pretende introducir al alumnado al modelo de “Herencia Mendeliana” utilizando como estrategia didáctica el uso de analogías para que puedan acercarse a los conceptos desde un lenguaje y situaciones menos abstractas que la misma teoría. La ventaja de esto se basa en que el alumno pueda utilizar el razonamiento analógico, con la correspondiente transferencia entre análogo y modelo científico, para comprender una situación nueva, habiendo una extrapolación de relaciones entre ambos temas (Duit y Wilbers, 2000). En base a la dificultad que conlleva la introducción a la herencia mendeliana, debido a su nivel de abstracción para comprender los procesos de transmisión de caracteres, consideramos apropiado hacer uso de esta estrategia didáctica para que los estudiantes exploren y se familiaricen con la analogía, la cual sirve de plataforma para presentarles los conceptos y relaciones que son propios de las Leyes de Mendel.

Se ubica esta actividad luego de la indagación puesta en juego en la actividad anterior con el propósito de ofrecerles a los estudiantes herramientas teóricas para que ellos se apropien de

éstas en virtud de dar explicaciones a los problemas trabajados anteriormente, los cuales se retoman en una actividad posterior.

La actividad completa incluye 3 partes: la primera parte es la introducción de la analogía, con una problematización de la misma. En la segunda parte se presenta el modelo científico que explica la herencia mendeliana. La tercera parte tiene como objetivo que los alumnos comparen la analogía con el modelo científico a través de una serie de preguntas, de modo que puedan vincular los elementos de la Teoría con los de la analogía, como también identificar y explorar sus limitaciones.

Con respecto al modelo científico, las Leyes de Mendel hacen referencia a algunos conceptos de genética que serán abordados con un nivel de dificultad muy básico. En este caso nos proponemos explicar cómo en organismos diploides (con pares de cromosomas homólogos) se transmiten y distribuyen las unidades de información genética (actualmente conocidas como “genes”, aunque esta terminología no será utilizada para evitar sumar dificultades). Las Leyes de Mendel son en realidad tres, pero únicamente se tratarán las dos primeras. La fundamentación del modelo podrá ser abordada de manera más completa y detallada en la sección de “Material que se entrega a los estudiantes”.

La actividad es presentada mediante un cañón, incluyendo en las diapositivas tanto enunciados como imágenes. La analogía está dividida en tres etapas (Ensayo 1 y 2, y Selección) luego de las cuales se dejará un tiempo para que los estudiantes discutan y respondan las preguntas propuestas. Dado que cada etapa colabora en la comprensión de la siguiente, se realizará una puesta en común al final de cada una de ellas, para facilitar la comprensión de las ideas principales. Las respuestas esperadas/deseadas se encuentran al final de la actividad para no entorpecer la lectura de la consigna.

Al finalizar, se procede con una actividad de aplicación en la que se les demandará que hagan uso de los conceptos trabajados en este momento.

Consignas para los estudiantes:

“DE MAYUMANÁ A MENDEL”

Parte a:

Relato y problematización.

A continuación, se presentará una breve historia ficticia sobre un casting llevado a cabo por una banda de percusión que utiliza instrumentos diversos:

La famosa banda de percusión urbana Mayumaná está buscando dos nuevas parejas de percusionistas para incluir en su elenco de artistas:

Para ello se realizó un casting en parejas para que realizaran, con instrumentos creados por la banda, ritmos creativos y coordinados.

Hay para utilizar sólo dos tipos de tambores, unos con membrana de cuero y otros con membrana de tela.

A tomar en cuenta: los tambores con membrana de tela emiten un SONIDO TENUE, mientras que los que tienen membrana de cuero, emiten SONIDO FUERTE. Al sonar ambos tambores juntos, el tambor de cuero tapa

completamente con su sonido al tambor de tela. Además, toda vez que suenen dos instrumentos del mismo tipo el sonido es exactamente el mismo que si sonara uno solo.

Los directores hicieron pasar a 4 parejas de manera simultánea para que en un mismo escenario demuestren sus destrezas, sonando una pareja a la vez:

Al lado del escenario se les dejaron preparados los instrumentos en una estantería con el número asignado a cada pareja (pareja 1, pareja 2, etc.).

Cada participante elige un casillero y toma de él uno de los instrumentos.

Primer ensayo

Los participantes se disponen en el escenario para que, según las órdenes del director, toque una pareja a la vez.

1) Indiquen cómo sería la distribución de los instrumentos en cada una de las parejas.

2) ¿Cómo es el sonido que emitiría cada pareja?

Segundo ensayo

Luego de haber escuchado a los 8 participantes, el director les explica que el objetivo ahora es observar cómo se desenvuelven en el escenario frente a un posible cambio de pareja, entonces les pide que se intercambien entre los

integrantes de las parejas de manera de generar todas las combinaciones de instrumentos posibles. Nuevamente, las parejas tocan una a la vez.

1) Indique ahora cómo sería la nueva distribución de los instrumentos de cada pareja en el escenario.

2)

a) ¿Qué combinaciones de instrumentos hay por pareja?

b) ¿Cómo es el sonido que emite cada pareja?

c) ¿Cuántos sonidos distintos se escuchan?

Selección

Finalmente, quedaron seleccionadas dos parejas que casualmente, al sonar sus instrumentos, ambas habían producido SONIDO FUERTE. Como al director le había gustado que exista variabilidad de sonido, al darse cuenta de

los instrumentos que tenía cada pareja, ahora les pide que cambien de compañero entre ellos (y así formen nuevas parejas) para lograr SONIDOS FUERTES y TENUES.

3)

a) ¿Cuáles podrían ser los instrumentos con los que contaba cada pareja seleccionada al inicio?

b) ¿Cómo quedaron ordenados al final?

Una vez respondidas las preguntas, se les hace explícito que la historia tenía como motivo ser una introducción, en forma de analogía, a contenidos de genética vinculados a la herencia de caracteres.

Parte b: Modelo científico

Se prosigue con una explicación del modelo científico de Herencia Mendeliana, que incluye una proyección de diapositivas guiadas con una explicación oral y haciendo uso del pizarrón para enfatizar en determinados puntos. La explicación incluye un resumen breve de la biografía de Mendel, así como sus objetivos al hacer el experimento, la metodología utilizada, el redescubrimiento de sus trabajos décadas más tarde y la formulación de las leyes. A continuación, se expone en una tabla una secuencia a modo de ejemplo para mostrar cómo sería explicado el modelo científico. (Ver Anexo).

Una vez explicitado el modelo científico de Herencia Mendeliana, se abre una ronda de preguntas para evacuar cualquier duda que haya quedado de la explicación.

A continuación, se hace explícita cuál es la utilidad de una analogía como estrategia didáctica junto con un breve repaso de la analogía utilizada para retomar sus puntos importantes.

Parte C: Comparación/asociación entre campos, Se pide a los alumnos que realicen la siguiente actividad:

Consignas para los estudiantes:

4) Aquí tienen un listado de eventos/conceptos/situaciones de la analogía. En grupos de 4 o 5 alumnos, indiquen a qué conceptos del modelo de herencia mendeliana creen que hacen referencia:

- Analogía
- Una pareja.....
- Tipo de instrumento.....
- Tambor con membrana de tela.....
- Tambor con membrana de cuero.....
- Dos instrumentos.....
- Tambores de cada pareja.....
- Una pareja con tambores de tela.....
- Una pareja con tambores de cuero.....
- Una pareja con dos instrumentos diferentes.....
- Sonido que emiten los tambores.....
- Sonido fuerte.....
- Sonido tenue.....

Se dejan unos 15 minutos para que las/los alumnos puedan completar la tabla y luego se hace una puesta en común para arribar a las siguientes asociaciones:

Analogía	Herencia Mendeliana
Una pareja	Un individuo
Tipo de instrumento	Unidad de información
Tambor con membrana de tela	Unidad de información recesiva
Tambor con membrana de cuero	Unidad de información dominante
Dos instrumentos	Información doble

Tambores de cada pareja	Genotipo
Una pareja con tambores de tela	Homocigotas recesivos
Una pareja con tambores de cuero	Homocigotas dominantes
Una pareja con dos instrumentos diferentes	Heterocigotas
Sonido que emiten los tambores	Fenotipo
Sonido fuerte	Fenotipo dominante
Sonido tenue	Fenotipo recesivo

Luego de esta pequeña puesta en común, se les pregunta sobre las limitaciones que tiene la analogía para representar el modelo científico de herencia mendeliana.

5) ¿Qué conceptos fueron mencionados o estaban implicados en la explicación de la herencia mendeliana que creen que no están bien representados en la analogía propuesta? ¿Por qué?

Imaginen una raza de perros que principalmente varíe de pelaje en dos tonalidades, negro o blanco. Se cruzan dos de estos perros y tienen 7 crías, dos blancas y cinco negras.

6) a) ¿Cómo se explica que haya mayoría de individuos de un color?

b) ¿Cuántos tipos de genotipo habría? ¿Cómo serían?

Clase 2

Actividad 3 – Actividad de metacognición, síntesis y aplicación de conceptos.

Objetivos específicos:

Que los estudiantes:

1. Utilicen los principios de las Leyes de Mendel para explicar situaciones reales.
2. Redacten fundamentaciones en base a lo trabajado previamente.
3. Trabajen con diferentes formas de representación y puedan relacionarlas, para pasar de una a otra.
4. Adquieran conciencia de las diferencias entre sus resoluciones previas y posteriores a la instrucción.
5. Detecten y expliciten los conceptos que consideran claves para la comprensión del tema, y qué cosas le quedaron por terminar de entender.
6. Reconozcan que los aportes de Mendel explican una de las posibles causas que contribuyen a la variabilidad.
7. Comprendan el papel de los conocimientos previos en la interpretación de los fenómenos y tomen conciencia de sus propios procesos cognitivos.

Introducción

Las recombinaciones de genes que ocurren entre los cromosomas maternos y paternos (resultantes del crossing over en la meiosis), junto con la segregación de éstos al azar en la producción de gametos (también durante la meiosis), y finalmente la unión al azar de uno (o excepcionalmente varios) gametos en la fecundación pueden ocasionar una gran variación en la descendencia (estos temas se tratan con un grado de profundidad menor en esta Unidad Didáctica). La variabilidad producida por estas causas puede traducirse en cambios bruscos perfectamente definidos, de carácter cualitativo muy marcado (por ejemplo, cambios de color) o de tipo cuantitativo claramente apreciables (por ejemplo, tamaño). Comprendiendo aspectos del modelo de herencia biológica (como las Leyes de Mendel) se pueden realizar predicciones sobre la variante fenotípica y genotípica de determinada característica que puede presentar un descendiente de acuerdo a las variantes de sus progenitores, como así también hacer el camino inverso, es decir, plantear qué variantes pudieron presentar los posibles progenitores de determinado individuo.

En esta actividad se retoma la problemática planteada en la actividad 1 de esta Unidad Didáctica, específicamente la cuestión del emprendimiento de Marcela y sus caballos. Con esto se busca que los estudiantes se enfrenten nuevamente con la explicación de un fenómeno ya habiendo pasado por una actividad de enseñanza (actividad 2) en la que se trabajaron la primera y segunda Ley de Mendel. La idea es que revisen lo respondido por ellos mismos en la actividad 1 y en ésta actividad, y que realicen un ejercicio metacognitivo de manera individual. Luego, planteando un problema nuevo que se le presenta a Marcela, se apela a que los estudiantes apliquen los nuevos conocimientos trabajados para su resolución en grupos, y así favorecer el intercambio de posiciones entre ellos. La aplicación de los modelos científicos para explicar fenómenos fácilmente observables (como el caso presentado en la actividad) es una forma potente de apelar al compromiso e interés de los estudiantes, ya que pueden comprobar la utilidad que tiene el conocimiento científico para resolver problemas reales. Según Campanario (2000, p.371), esta orientación „ayuda a que desarrollen ideas más adecuadas sobre el conocimiento científico como algo cercano y aplicable a la realidad cotidiana” y „en esta dimensión radica fundamentalmente el potencial metacognitivo de este tipo de actividades”. Además, consideramos que con esta propuesta se aporta a la práctica metacognitiva de los alumnos porque “se los aleja de enfoques basados en el puro mecanicismo y se fomenta la reflexión sobre los propios procesos de pensamiento” (Campanario, 2000, p.376) al pedirles que comparen sus respuestas pre y post instrucción. Por otro lado, consideramos que al pedirles a los estudiantes que realicen un listado de los conceptos que les parecieron claves para resolver el problema y comparen sus respuestas, se favorece que, a modo de síntesis, expliciten qué están aprendiendo y cuáles son los cambios en sus puntos de vista (Sanmartí, 2000, p.257). Además, consideramos que la segunda parte de esta actividad (punto 4) se corresponde con una actividad de aplicación caracterizada por Sanmartí (2000, p. 257), ya que está orientada a „transferir las nuevas formas de ver y explicar a nuevas situaciones, más complejas que las iniciales”.
Consigna para los estudiantes.

“UTILIZANDO EL MODELO CIENTÍFICO COMO INSTRUMENTO”

Para hacer de manera individual: con los conceptos trabajados ahora ayuda alguno de los emprendedores a comprender su situación:

1-¿Por qué pudo haber pasado que uno de los potrillos de Marcela sea marrón si sus dos padres son negros?

2-Un amigo de Marcela que estudió a Mendel con nosotros le recomendó para comprar los caballos para su emprendimiento pidiera un árbol genealógico de los mismos donde figuren las características de los antecesores.

a).¿Por qué le recomienda esto?¿Qué información crees que podría obtener de dichos árboles genealógicos?¿A qué tendría que prestar atención Marcela para estar más tranquila de que la pareja de caballos que está comprando tendrá como descendencia caballos negros?¿Podrá tener total certeza?¿Por qué?

3.Para reflexionar de manera individual:

a)Enumera todos los conceptos o ideas del modelo científico de Herencia Mendeliana que te sirvieron para resolver los problemas anteriores.

Elegí 3 y explica cómo y por qué los tuviste en cuenta.

b)-Compara la respuesta 1 de la actividad 1 con la respuesta 1 de esa actividad¿Qué tuviste en cuenta al responder antes y al responder ahora?

4.Rearmando los grupos, responder:

Luego de un tiempo, los potrillos crecieron, el vecino de Marcela, Daniel(quien también es criador de caballos),acusa a Marcela e su

de que el su caballo alazán se cruzó a su campo y preño a una de sus yeguas. La acusación se basa en que su yegua y todos sus caballos son de color negro, sin embargo, nació una cría alazán, por lo que Daniel sostiene que tiene que ser otro caballo el “culpable”. Marcela insiste que el caballo acusado jamás se escapó de su campo y por lo tanto es inocente.

a) Como vemos, tanto Marcela como Daniel sostienen que tienen razón. En base a lo trabajado en la actividad anterior, desarrollen lo que Marcela y Daniel podrían argumentar para sostener su opinión. Pueden utilizar esquemas si les facilitan la explicación.

b) Si el caballo alazán realmente hubiese preñado a la yegua de Daniel ¿de qué color/es podría/n ser las crías?

Luego de que los estudiantes responden las preguntas de la parte 4 por escrito, se realiza una puesta en común de dicha parte, con el objetivo de que los grupos compartan sus respuestas y contribuir al proceso metacognitivo al realizar comparaciones entre las respuestas a las que llegó cada uno.

Clase 2

Actividad 4 – Resolución de problemas

Objetivos específicos:

Que los estudiantes:

- 1) Reconozcan a la resolución de problemas como una estrategia válida y potente para la enseñanza de las ciencias
- 2) Identifiquen a las actividades realizadas durante la UD como verdaderos problemas y valoren a la resolución de problemas como una estrategia potente para la comprensión y aplicación de conceptos.

Introducción

En esta actividad se discuten las diferencias que existen entre las actividades que implican simplemente una reproducción de procesos mecánicos (que podrían llamarse „ejercicios “), y las actividades que implican verdaderos „problemas“, siendo estas últimas las que apelan a una intervención activa y creativa de los estudiantes para resolverlas, lo cual favorece el aprendizaje y la comprensión del contenido.

Las actividades que califican como verdaderos problemas deben, además, darle al alumno la suficiente libertad en su resolución como para que puedan hacerlo de formas variadas utilizando distintas estrategias, e incluso equivocarse en el proceso, ya que lo más importantes es la consciencia sobre el contenido y el propio trabajo que implica este tipo de actividades (Meinardi, 2010). Además, consideramos que la clasificación de una actividad determinada como problema como ejercicio depende del alumno, es decir, de la información o instrucción previa que ya haya tenido, y la puesta en práctica de ésta. Una actividad pensada como un problema se puede terminar convirtiendo en un ejercicio para un alumno que haya resuelto varias veces ese tipo de actividad, y así pueda haber automatizado los tipos de razonamiento u operaciones cognitivas para resolverla. En ese caso podría ser más bien un ejercicio para ese alumno, es decir, que todo problema se puede convertir en un ejercicio para un alumno experimentado.

Por otro lado, con ésta actividad, se busca que los estudiantes

identifiquen la utilización de la estrategia de resolución de problemas en las actividades 1, 2 y 3 de esta Unidad Didáctica (que fueron diseñadas intencionalmente como problemas), y que les valgan de ejemplos de formas de llevarla a cabo. Además, si los estudiantes identifican que dichas actividades lograron ser motivadoras y les fueron útiles para comprender el contenido trabajado, se contribuye a que reconozcan a la resolución de problemas como una estrategia válida y potente para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Parte a)

Consignas para los estudiantes

“APRENDER RESOLVIENDO PROBLEMAS”

A continuación se muestra una lista de actividades con las cuales se pretende que, para cada una, indique con cuáles de las características punteadas que figuran al final de ellas se relacionan más (Listado de características).

1) En el margen izquierdo de cada actividad anoten los números de las características que consideren que se relacionaron más con ésta.

Actividades:

Parte b)

Síntesis de las actividades que hicimos en la unidad.

Una vez que los alumnos terminaron de asignar cada actividad con el listado, se proyectará una diapositiva con el cañón para recordar las actividades anteriores. Para ello se les guiará a través del recorrido realizado en la Unidad Didáctica, consultando previamente preguntas del estilo

“¿Qué actividades estuvimos haciendo durante estas dos clases?” seguido de la proyección de un resumen de las actividades realizadas. Se les pedirá oralmente que realicen, con las actividades de la UD, lo mismo que con las actividades enumeradas anteriormente. La actividad es similar a la anterior, a diferencia que ahora deben asignar las características del listado a cada actividad de la Unidad Didáctica.

Puesta en común

Luego de haber cumplido con lo anterior se realizará una puesta en común de la asignación de las características enumeradas con preguntas del siguiente estilo:

2) ¿Qué características le atribuyen a cada actividad y por qué?

Y con respecto a las actividades anteriores de esta Unidad Didáctica se realizarán preguntas del estilo:

3) ¿Qué características le atribuyen a cada una de las actividades de la Unidad Didáctica? ¿Por qué?

4) En cuanto a su interés o utilidad. ¿Cómo les resultaron para comprender los conceptos trabajados?

Seguido de:

5) Pensando ahora en las características. ¿Encuentran alguna relación entre ellas? ¿Hay algunas más similares entre sí que otras? ¿Cuáles?

(en el pizarrón se generan dos columnas que agrupan a las características 1, 4, 5 y 7, por un lado –columna 1-, y a las características 2, 3, 6 y 8, por otro lado –columna 2-).

6) ¿Si le tuvieran que poner un nombre o título a cada columna, cuál podría ser?

El objetivo es consensuar que las características de la columna 1 son atribuibles a un tipo de actividad que puede denominarse como “problema” o “problema genuino” y las de la columna 2 hacen referencia a las actividades de “ejercitación”.

Explicación de resolución de problemas

Se prosigue con una explicación de la estrategia didáctica de resolución de problemas, que incluye una justificación para la utilización de esta estrategia, sus objetivos principales, una definición de problema (diferenciándolo del ejercicio) y algunas propuestas de cómo llevar esta estrategia a cabo.

A su vez, si corresponde, se puede retomar alguna de las respuestas (o discrepancias) que se presentaron durante la puesta en común.

A continuación se expone en una tabla una secuencia para mostrar cómo sería el abordaje de este tema. (Nota: la primera diapositiva se proyecta antes, en la parte de: Síntesis de las actividades que hicimos en la unidad. El resto se proyecta al finalizar la puesta en común)

Clase 2

Actividad 5 – Discusión acerca del concepto de raza

Objetivos específicos

Que los estudiantes:

1) Interpreten información nueva a partir de los conceptos trabajados en la Unidad Didáctica

2) Reflexionen sobre la concepción histórica de las razas humanas acercándose a una mejor definición del concepto que permita desligarlo de su aplicación inadora en la sociedad.

Introducción

A lo largo de la historia, el concepto de “raza” ha adoptado diversos significados, sin embargo, ha conservado su funcionalidad: diferenciar, segregar y tergiversar la otredad. A su vez, esta idea colaboró en el establecimiento de parámetros de inclusión/exclusión social. Desde el siglo XIV, en España buscando la “pureza de sangre” y Francia buscando diferenciar a la clase noble del tercer estamento, ya existen registros de la utilización del término “raza” y de su uso para establecer diferencias entre personas (Hering Torres, MS, 2007, p.16-27). Más aún, con la llegada de los españoles a nuestro continente, en cuyos comunicados hacia el viejo mundo, no temían en recalcar: “éramos gente diferente de su naturaleza, porque ellos no tienen barba alguna, ni visten ningún traje” (Vespucio, 1951, pp. 107-109).

Posteriormente, intelectuales como Kant, definen la existencia de cuatro razas que, según él, darían origen a toda la variabilidad observada en la Tierra: “1) La raza blanca, 2) la raza negra, 3) la raza de los hunos, 4) la raza hindú” (Kant, 1996, pp.14-15). En este contexto no tardaron en llegar las ideas racistas, de la mano del naturalista y geólogo suizo Louis Agassiz (1807-1873): “En la Tierra existen diferentes razas de hombres, que [...] tienen características físicas diferentes; y este hecho [...] nos impone la obligación de determinar la jerarquía relativa entre dichas razas, el valor relativo del carácter propio de cada una de ellas, desde un punto de vista científico”.

En el siglo XX, con el advenimiento de las técnicas de análisis genético provistas por la Biología Molecular, genetistas como Cavalli-Sforza, proponen que no es posible hablar de pureza genética ni de razas, ya que aún si hubiese endogamia dentro del mismo grupo familiar durante 20 o 30 generaciones, no se lograría una comunidad completamente “pura”.

Considerando este marco, como actividad final de la Unidad Didáctica, nos propusimos trabajar el tema del cambio del concepto de raza en el tiempo. Por un lado para promover un espacio de discusión acerca de cómo “evolucionó” tal concepto a lo largo de los años y cómo se utiliza hoy, y por otro, para analizarlo a la luz de las ideas de Mendel trabajadas, utilizándose como recurso para que los alumnos puedan alcanzar un nivel de comprensión mayor acerca de lo que se plantea actualmente desde la biología en relación a este tema. Con esta actividad se pretende que el alumno analice e interprete información nueva a partir de los conceptos que se trabajaron durante la Unidad Didáctica. En particular, se

hace explícita la relación existente entre las ideas presentadas con los textos y las ideas de Mendel y se pide a los alumnos que las expliquen, lo que demanda que el alumno revise el marco teórico que le permitirá comprender la información nueva, evitando que la tome como una simple información a memorizar mecánicamente (Meinardi, 2010).

Para arribar al tema, se utiliza como estrategia didáctica una actividad de resolución de problemas basada en la lectura, análisis y explicación de textos originales, los cuales se les entregan a los alumnos con una serie de preguntas para promover la reflexión respecto al tema en cuestión.

Finalmente, se realiza una puesta en común recogiendo las ideas de los alumnos para corregir las actividades, y se describen brevemente las nuevas ideas sobre el concepto de raza que se plantean desde la biología hoy en día y que no fueron revisadas en los textos elegidos para trabajar, para evitar confusiones en el alumnado. En este punto, consideramos necesario realizar un breve comentario sobre cuáles son las ideas que se proponen desde la Biología en la actualidad en referencia al concepto de razas, la cual discutiremos basándonos en el trabajo del filósofo contemporáneo Neven Sesardic. Si bien muchos especialistas han acordado que el concepto de “raza” es una construcción puramente social, sosteniendo que no tiene base en la Biología, Sesardic sostiene que desde esta disciplina, aún en la actualidad se puede seguir hablando de un concepto de “raza”. Este autor busca “rehabilitar” el concepto de raza desde la Biología, argumentando que hay tres niveles de relación a tener en cuenta: el nivel genético, el morfológico y el fisiológico. Según él, como explica en su trabajo, estos tres niveles podrían ser tomados de la Biología para establecer “tipos de razas”. El nivel genético sostiene que por poseer un ancestro en común, los miembros de una dada “raza A” pueden mostrar una alta similitud genética, a su vez pueden guardar grandes diferencias si los comparamos con individuos de otra “raza”. Como vimos en el texto de Cavalli-Sforza, hay evidencias de que muchas veces las diferencias genéticas encontradas entre dos individuos pertenecientes a distintas “razas” son menores a las encontradas si comparamos dos individuos pertenecientes a una misma “raza”, esto fue lo que llevó a Andreasen a proclamarse en sintonía con otros importantes autores como Lewontin, en contra de la definición de “raza” bajo este fundamento (Andreasen, 1998). El nivel morfológico, plantea que de la mano de dichas diferencias genéticas vienen diferencias morfológicas (como color de piel, textura del pelo, características faciales, etc) que también son base del reconocimiento y clasificación racial. El nivel fisiológico, sostiene que individuos de la raza “A” difieren de los individuos de la raza “B” en características

fisiológicas (también determinadas genéticamente). Finalmente, no indaga en la discusión “ética” acerca de los usos de estas concepciones, o sea en una supuesta jerarquía o superioridad de unas “razas” sobre otras, sólo buscan resaltar que la Biología está íntimamente relacionada con los conceptos de “raza” que han surgido a lo largo de la historia. Descarta la postura que desde la biología no se apoya la existencia de razas, más bien diserta acerca de cuáles son los fundamentos de los que están a favor de ese pensamiento y cuáles los de los que se manifiestan en contra. De manera que, en la actualidad permanece abierto el debate, y dentro de los científicos que trabajan actualmente en el tema hay muchas discrepancias por lo que no se puede generar una opinión cerrada como consenso desde “la biología”. Sin embargo, en esta disciplina sí se acuerda que el concepto de raza biológica no tiene relación con el establecimiento de niveles o jerarquías entre los grupos en los que se pueda llegar a subdividir la especie humana de acuerdo a diferentes criterios, y esto es algo que se pretende destacar en la presente actividad.

Consignas para los estudiantes

“RAZAS, UNA CUESTIÓN A DISCUTIR

Los siguientes son fragmentos extraídos de un trabajo que explica la modificación del concepto de “raza” desde la época colonial hasta la actualidad. Les proponemos que se reúnan en grupos de a 4 personas para leerlos y reflexionar al respecto.

El filósofo alemán Immanuel Kant (1724-1804) que propició los principios de la igualdad y favoreció los derechos humanos, reflexionaba de esta manera sobre la variabilidad entre los seres humanos: Creo que sólo es necesario presuponer cuatro razas para poder derivar de ellas todas las diferencias reconocibles que se perpetúan [en los pueblos]. 1) La raza blanca, 2) la raza negra, 3) la raza de los hunos (mongólica o kalmúnica), 4) la raza hindú o hinduística [...] De estas cuatro razas creo que pueden derivarse todas las características hereditarias de los pueblos, sea como [formas] mestizas o puras (Kant, 1996, pp.14-15, Trad. Castro-Gómez, 2005, p. 40).

Diez años más tarde, Kant introduce los indios americanos, a los que anteriormente había considerado como una variante de la “raza mongólica”. En 1785 en su escrito sobre “Definición de la raza humana”, las cuatro “razas” fundamentales serían la blanca, la amarilla, la negra y la roja.

En sus lecciones sobre “Geografía física”, (1804) no titubeó en presentar esquemas jerárquicos de las “razas”:

La humanidad existe en su mayor perfección en la raza blanca.

Los hindúes amarillos poseen una menor cantidad de talento.

Los negros son inferiores y en el fondo se encuentran una parte de los pueblos americanos. (Kant, 1968, p. 316; Trad. Castro Gómez, 2005, p. 41).

A los indígenas, Kant les adscribe una piel “roja” y afirmaba que éstos no tenían la capacidad de adquirir cultura (...). En un escalafón más arriba situaba a los africanos; asumió que la “raza” de los negros se determinaba por su propia pasión, pero sin que este grupo pudiera controlarla. Por esta razón, estaban restringidos a desarrollar únicamente una cultura de esclavos (...). A los hindúes los situaba en una escala superior a las dos últimas: los consideraba como “amarillos” y les concede la posibilidad de civilización. Sin embargo, los definía como representantes de una “cultura de habilidades” y no como partícipes de una “cultura de la ciencia”; de ahí que los hindúes siempre serían aprendices. Los “blancos” encarnaban todos los talentos necesarios para la “cultura de la civilización”; sólo ellos podían producir cambio y progreso, sólo ellos podían obedecer y liderar. En la “raza blanca” se condensaba la más alta perfección” (Hentges, 1999, pp. 209-224; Hund, 2003, p.16).

Reflexionen acerca de las siguientes preguntas

- 1) ¿Cuáles son los grupos que menciona el texto? ¿En qué atributos se basa Kant para desarrollar dicha división o diferenciación?
- 2) ¿Qué relación establece entre los grupos?

Finalmente, a continuación se muestran las ideas de un genetista de la actualidad, donde se retoma la discusión sobre razas: Si estudiamos cualquier sistema genético, siempre encontramos un grado elevado de polimorfismo, es decir de variedad genética (...). Esto ocurre tanto en una población muy pequeña como en el conjunto de la población europea, (...) en cada microcosmos encontramos una composición genética comparable a la del conjunto, aunque algo distinta (...). Podemos estudiar la clase rica o la pobre, a los blancos o a los negros: siempre hallaremos el mismo fenómeno [de polimorfismo]. La pureza genética es inexistente, simplemente no se encuentra en las poblaciones humanas. (Cavalli-Sforza, 2000, p. 255).

En base a este texto, piensen las respuestas a las siguientes preguntas:

- 3) Teniendo en cuenta las ideas de Cavalli-Sforza y las de Kant sobre el concepto de “raza” comparen ambas posturas y discutan los fundamentos de cada una.
- 4) Supóngase que a lo largo de su investigación, Mendel hubiera encontrado los fragmentos que ustedes acaban de leer con las ideas de Kant. ¿Qué creen que hubiera opinado? ¿Les parece que alguno de los conceptos descritos por Kant podría Mendel asociar a su trabajo? Si fuese así, ¿cuál de los conceptos descritos por Kant, Mendel asociaría a su concepto de “línea pura”? ¿Cómo debería ser la reproducción entre los seres humanos para que Mendel pueda establecer una correspondencia entre las categorías de Kant y sus líneas puras?
- 5) ¿Cómo podrías explicar la siguiente frase del texto citado? “La pureza genética es inexistente, simplemente no se encuentra en las poblaciones humanas”. Para responder, considera tu respuesta anterior acerca de los supuestos sobre las relaciones entre los humanos, y también el concepto de línea pura que revisamos al estudiar las Leyes de Mendel.

Puesta en común.

Finalmente, se hace una puesta en común para rescatar oralmente las ideas más importantes, revisar los argumentos de los estudiantes arrojados en sus respuestas, y posteriormente discutir brevemente las nuevas ideas sobre el concepto de raza que se plantean desde la biología hoy en día, descritas en la introducción.

VII. Bibliografía sugerida para el/la docente (sobre el contenido biológico y sobre didáctica)

Campanario, JM. (2000). “El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno”. Enseñanza de las ciencias. Universidad de Alcalá, Madrid; Pp. 369.

Duit, R. y Wilbers, J. (2000). “On the Benefits and Pitfalls of Analogies in Teaching and Learning Physics”. Pintó, R. y Surinach, S., eds. Physics Teacher Education Beyond. París, Elsevier; Pp. 11-18.

Duit. (2006). “Capítulo 6: Enfoques del cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias”. Cambio conceptual y educación. Bs. As., Aique.

Hering Torres, MS. (2007). "RAZA": variables históricas. Revista de Estudios Sociales. Bogotá, Colombia; Pp.16-27.

Meinardi, E. (2010). “El aprendizaje de los contenidos científicos”. Educar en Ciencias. Bs. As., Paidós.

Meinardi, E. y col. (2010). “Capítulo 4. ¿Cómo enseñar ciencias?” Educar en ciencias. Bs. As., Paidós.

Sanmartí, N. 2000. “Capítulo 10.

El diseño de unidades didácticas”. Universidad Autónoma de Barcelona; Pp. 241-265.

BIBLIOGRAFÍA

- Adúriz-Bravo, A. (2005). Una Introducción A La Naturaleza De La Ciencia: La Epistemología En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales. Buenos Aires: Fondo De Cultura Económica.
- Adúriz-Bravo,A. (2005).Modelo Didáctico Analógico.Marco Teórico y Ejemplos.En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales. Buenos Aires.Número Extra. VII Congreso
- Adúriz-Bravo, A. (2017). Puentes entre la argumentación y la modelización en la enseñanza de las ciencias. X Congreso Internacional en didáctica de las Ciencias.
- Ariza, Lorenzano, Adúriz-Bravo (2010). DIFICULTADES PARA LA INTRODUCCIÓN DE LA “FAMILIA SEMANTICISTA” EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES. Revista Latinoamericana de Estudios (Colombia), 6(1), 59-74(fecha de consulta 5 de marzo de 2020) 155:1900-9895.Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1341/1341244440044>
- Ariza, Adúriz-Bravo. (.2014)Una caracterización semanticista de los modelos científicos, para una ciencia escolar. Bio -grafías. Escritos sobre la biología y su enseñanza.

- Altshuler , D., Daly, M. J. Y Lander, E. S. Genetic mapping in human disease. Science, v. 322, p.881-888. 2008.
- Aznar, V. & Puig, B. ¿Qué conocimientos movilizan un grupo de futuros docentes para elaborar el modelo de infección por tuberculosis? Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, en prensa, 2016.
- Acher, A., Arcá, M., & Sanmartí, N. (2007). “Modelling As a Teaching-Learning Process for Understanding Materials, a Case Study in Primary Education”. En: Science & Education, Pág 91. 398-418. Recuperado De [Http://Gent.Uab.Cat/Neussanmarti/Sites/Gent.Uab.Cat.Neussanmarti/Files/2019_6_Ftp.Pdf](http://Gent.Uab.Cat/Neussanmarti/Sites/Gent.Uab.Cat.Neussanmarti/Files/2019_6_Ftp.Pdf)
- Ayuso, Banet (2002) Alternativas a la enseñanza de la genética en la escuela secundaria. Investigaciones didácticas.
- Badillo R.(2003) Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales.Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 3 Nro. 3.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. & Sutcliffe, R. G. Investigation of student’s cognitive structures in elementary genetics through word association tests. Journal of Biological Education, v. 33 (3), p.134-141. 1999.
- Carli A. (2008).La ciencia como herramienta. Guía para la investigación y la realización de informes, monografías y tesis científicas.
- Coll, R.K.; France, B. y Taylor, I. (2006).El papel de los modelos y analogías en la educación en ciencias: implicaciones desde la investigación. Revista Eureka de Enseñanza.

- Cuevas A.(2016). Organizaciòn y estructura del conocimiento científico.Primer Círculo.Eudeba.
- Denzin, N. K. Y Lincoln, Y. S. The discipline and practice of qualitative research. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (eds.). Handbook of Qualitative Research (1-28). Second Edition. California: Sage Publications, 2000.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. Reconsidering the character and role of inquiry in school science: framing the debates. In: R. A. Duschl & R.E. Grandy (Eds.), Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation. Rotterdam: Sense Publisher, 2008, p. 1-37.
- Duso, L., Clement, L., Barbosa Pereira, P., de Pinho Alves Filho, J .(2013) Modelizaçãõ: uma possibilidade didática no ensino de biologia. Ensaio Pesquisa em Educaçãõ em Ciências. Felipe, A.E.; Gallarreta, S.C. y Merino, G. (2005).Divulgaci3n de las Ciencias, 3(1): 160-162. La modelizaci3n en la enseñanza de la biología del desarrollo. REEC: Revista electr3nica de enseñanza de las ciencias, 4(3). Disponible en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N3.pdf Consultado en junio de 2018.
- García García, J.J. y Rentería Rodríguez; E. (2011^a). La medici3n de las capacidades de modelizaci3n en las ciencias experimentales. Revista Virtual Universidad Cat3lica del Norte, 33: 1-28. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194218961009.pdf> Consultado en marzo de 2018.

- García García, J.J. y Rentería Rodríguez; E. (2011b). La modelización de experimentos como estrategia didáctica para el desarrollo de la capacidad de resolver problemas.
- García García, J.J. y Rentería Rodríguez; E. (2012). La medición de la capacidad de resolución de problemas en las ciencias experimentales. *Ciência & Educação*, 18 (4): 755- 767.
- García García, J.J. y Rentería Rodríguez; E. (2013). Resolver problemas y modelizar: un modelo de interacción. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5 (11): 297-333.
- Galagovsky, L., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos Y Analogías En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales. El Concepto De Modelo Didáctico Analógico. Centro De Formación E Investigación En Enseñanza De Las Ciencias. *Revista Enseñanza De Las Ciencias*, 19(2), 231- 242. Facultad De Ciencias Exactas Y Naturales. Universidad De Buenos Aires. Ciudad Universitaria.
- Galagovsky, L. (2010). Didáctica De Las Ciencias Naturales: El Caso De Los Modelos Científicos. Buenos Aires Giere R. (2007). *Science & Educación*.
- Gilbert, J., Boulter, C., & Elmer, R. (2000). Positioning Models In Science Education And In Design And Technology Education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models In Science Education*. Gilbert, J. (2004). *Models*.
- Gómez Galindo, A.A. (2006). El modelo cognitivo de ciencia y la ciencia escolar como actividad de formación. Colección Configuraciones Formativas. I.

El estallido del concepto de formación, pp.139-156. Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata Sitio web: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/convocatoria> La Plata, 28, 29 y 30 de Octubre de 2015 – ISSN 2250-8473 10

- Gómez Galindo, A.A. (2013). Explicaciones narrativas integradas y modelización en la enseñanza de la biología. Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas, 31 (1): 11-28. Halloun, I. (1996).
- Hudson, D. (1998). Teaching And Learning Science - Towards A Personalized Approach. Buckingham And Philadelphia: Open University Press.
- Hudson D. Reid D.(1993). Ciencia para todos en secundaria. Ed. Narcea.
- Fernández Marchesi E. Pujalte A.(2019). Manual de elaboración de Secuencias Didácticas para la Enseñanza de las Ciencias Naturales.Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.
- Jiménez Aleixandre, M. P. Determinism and Underdetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. Science & Education.
- Jiménez Aleixandre, M. P. Las prácticas científicas en la investigación y en el aula de ciencias. Conferencia plenaria. XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 5-7 de septiembre de 2012.
- Justi, R. (2006) La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las ciencias.

- Justi, R. (2006). La Enseñanza De Ciencias Basada En La Elaboración De Modelos. Departamento De Química Y Programa De Postgrado En Educación De La Facultad De Educación. Universidad Federal De Minas Gerais. Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas, 24(2), 173-184. Belo Horizonte. Brasil. <https://Ddd.Uab.Cat/Pub/Edlc/02124521v24n2/02124521v24n2p173.Pdf>
- Juti, R. (2006) Schematic Modeling for Meaningful Learning of Physics. Journal of Research Learning of Physics, Arizona, 9 (33): 1019-1041
- Larreamendy. (2011). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las Ciencias, 24(2): 173-184.
- Lombardi G.; Caballero, C. y Moreira, M.A. (2009). Leer en clases de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 23: 431-440.
- Maturano, C.; Aguilar, S. y Núñez, G. (2009). Conversión de imágenes al lenguaje escrito: un desafío para el estudiante de ciencias naturales. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 6(1): 63-78. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/920/92012998005.pdf> Consultado el 13 de junio de 2018.
- Morán Oviedo, P (2004). Desarrollo profesional docente y aprendizaje colectivo. Psicoperspectivas, 2: 105 - 128. Disponible en: <http://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/viewFile/6/6>
- Pujalte, A. (2014). De la imagen de ciencia declarativa a la de la práctica en el aula: las imágenes del profesorado entre la visión democrática y la deficitaria. Conicet digital.

- Pujalte, A. y otros (2014) p.2. Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes.
- Puig, B. & Jiménez-Alexandre. Different music to the same score: teaching about genes, environment and human performances. En T. D. Sadler (Ed), Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research (201–238). Dordrecht: Springer, 2011.
- Puig, B. (2012). Revista Ensaio | Belo Horizonte | Lehrer Y Schauble. Seeding evolutionary thinking by engaging children in modeling its foundations. Science Education.
- Tregust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2002). Students' Understanding Of The Role Of Scientific Models. In Learning Science. International Journal Of Science Education, 24(4), 357-368. Recuperado El 04 Del 2017, De <Http://Www.Ecent.Nl/Servlet/Supportbinaryfiles?Referenceid=10&Supportid=1599>

LINK DE LABORATORIO VIRTUAL.:

Link del laboratorio:

<http://www2.edc.org/weblabs/Dragon/dragons.html>

