



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

Esperanza Narváz Burgos

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería y Administración
Escuela de Posgrados
Palmira, Colombia
2014

Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

Esperanza Narvárez Burgos

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Ph.D Jaime Eduardo Muñoz.

Codirector:

M.Sc Gabriel De la Cruz

Línea de Investigación:

Enseñanza e Historia

Grupo de Investigación:

Diversidad Biológica

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería y Administración
Escuela de Posgrados
Palmira, Colombia

2014

Dedicatoria

A mis hijas Natalia e Irene por su amor y su apoyo.

Agradecimientos

Quiero rendir mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que han contribuido con su experiencia y enseñanza a mi formación durante este programa de maestría. A los maestros, Carmen Elena Mier, Gabriel de la Cruz, Oscar Herrera, Pilar Cogua y de manera muy especial a mi director de tesis, el profesor Jaime Eduardo Muñoz Flórez por todo su acompañamiento, entusiasmo y sobre todo por la firme convicción de que entre todos podemos construir más y mejor.

A los directivos de la institución educativa “Luz Haydee Guerrero Molina”, el señor rector Carlos Alberto Saldarriaga, el coordinador Héctor Augusto Vélez y a todos los compañeros docentes, por brindarme su apoyo. Agradezco también a todos y cada uno de mis estudiantes por todo el ánimo, creatividad y esfuerzo para adelantar con éxito las actividades.

A mi familia, mis hijas y muy especialmente a mi hermana Isabel por estar a mi lado y colaborarme de manera incondicional en cada momento.

Resumen

Esta investigación se llevó a cabo en la institución educativa (IE), **Luz Haydee Guerrero Molina**, municipio de Santiago de Cali (Valle, Colombia). Se intervino en el aula con la estrategia didáctica y pedagógica de resolución de situaciones problema de enunciado abierto. Se trabajó con dos grupos del grado noveno de básica secundaria. G1, ha sido el grupo experimental y G2, el grupo control o de referencia. El objetivo principal fue aumentar los niveles de comprensión y argumentación en conceptos básicos de Genética como son: cromosomas, gen, alelos, organismos homocigotos, heterocigotos, fenotipo y genotipo. Las situaciones problema fueron planteadas teniendo en cuenta la evaluación de los saberes previos de los estudiantes. Los grupos de trabajo siguieron una secuencia de actividades que finalmente los condujo a la resolución de la situación problema.

La diferencia entre promedios de los grupos y entre preguntas en la evaluación final, ha sido altamente significativa, por lo cual se puede concluir que esta estrategia didáctica y pedagógica en el aula, ha favorecido el aprendizaje.

Palabras clave: resolución de problemas de enunciado abierto, información hereditaria, gen, alelos, cromosomas, fenotipo, genotipo.

Abstract

This research project was conducted in the **school Luz Haydee Guerrero Molina**, attached to the Ministry of Education of the City of Santiago de Cali (Valle, Colombia). The didactic and pedagogical strategy conducted in the classroom, is problem solving situations of open sentence. This research is qualitative comparative, developed with two groups of ninth grade. The strategy was implemented in the group G1 (experimental), and the control group (G2). The main objective has been to increase the level of understanding and reasoning in the basics concepts of natural sciences. The problem of open statement on genetics concepts such as chromosomes, gene, allele, homozygous organisms, heterozygous, phenotype and genotype, situations were made based on the evaluation of previous knowledge of the students, so that the working groups have followed a sequence of activities that allowed the resolution of the problem situation, in another case faced new questions. The accompaniment has been permanent, as the process feedback and design work material, by the teacher.

The difference between group averages and averages between questions in the final evaluation has been highly significant, so we conclude that this intervention in the classroom has helped the development of cognitive skills, argumentation, communication, inquiry and has helped strengthen collaborative work.

Keywords: solution of open sentence problems, hereditary information, gene, alleles, chromosomes, phenotype, genotype.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
1. Antecedentes y Contexto de la Investigación	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
2. Revisión de Literatura.....	9
2.1 Marco Referencial y Estado del Arte	9
2.2 Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias y la Genética.	12
3. Materiales y Métodos	19
3.1 Tipo de investigación.....	19
3.2 Lugar y contexto donde se desarrolló el trabajo	19
3.3 Población objeto del trabajo de investigación	24
3.4 Duración.....	24
3.5 Instrumentos	26
3.6 Diseño metodológico.....	26
3.6.1 Fase preliminar.....	26
3.6.1.1 Estructuración de la estrategia.....	26
3.6.1.2 Diseño de las actividades necesarias para adelantar la estrategia.	27
3.6.1.3 Socialización del proyecto	28
3.6.1.4 Diagnóstico.....	29
3.6.2 Fase experimental	29
3.6.3 Fase de procesamiento, análisis y presentación de los resultados.....	30
4. Resultados y Análisis	31
4.1 Fase preliminar	31
4.1.1 Resultados de la aplicación de la encuesta sociodemográfica.....	31
4.1.2 Determinación de la homogeneidad de los grupos experimental y control ...	33
4.1.3 Evaluación de saberes previos de los estudiantes.....	34
4.2 Fase experimental.....	41

XII Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para
aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

4.2.1	Planteamiento de situaciones problema	41
4.2.2	Desarrollo de actividades para resolver las situaciones problema	42
4.2.3	Evaluación final	56
5.	Discusión General	61
6.	Conclusiones y Recomendaciones	69
6.1	Conclusiones	69
6.2	Recomendaciones	71
A.	Anexo: Cuestionario aplicado en prueba inicial y final.....	73
B.	Anexo: Cuestionario de encuesta sociodemográfica.....	75
C.	Anexo: Sinopsis de la película GATTACA.....	77
D.	Anexo: Protocolo de laboratorio ¿y dónde está el ADN?	79
E.	Anexo: Lectura sobre el genoma humano.....	83
F.	Anexo: Videos sobre replicación del ADN y meiosis	85
G.	Anexo: Videos sobre síntesis de proteínas	87
H.	Anexo: Ejercicio sobre síntesis de proteínas.....	89
I.	Anexo: Práctica de laboratorio” Determino mi propio grupo sanguíneo”	93
	Bibliografía	95

Lista de figuras

	Pág.
Figura 3-1: Mapa de ubicación de la IE “Luz Haydee Guerrero Molina”, Cali, Valle, Colombia. Fuente <i>Google Maps</i>	20
Figura 3-2: Estructuración de la estrategia de resolución de problemas de enunciado abierto	27
Figura 4-1: Representaciones de observaciones de muestras de sangre	44
Figura 4-2: Secuencia de trabajo con grupo experimental Situación problema 1	45
Figura 4-3: Trabajo de experimentación y elaboración de modelos de la molécula de ADN en tres dimensiones.	46
Figura 4-4: Representación de la relación entre ADN, cromosoma y Gen	48
Figura 4-5: Secuencia de trabajo con grupo de experimental Situación problema 2	49
Figura 4-6: Comparaciones de Fenotipo entre sus familiares	50
Figura 4-7: Secuencia de trabajo con grupo experimental Situación problema 3.....	51
Figura 4-8: Aparte de informe presentado sobre determinación de grupos sanguíneos	53
Figura 4-9: Secuencia de trabajo con grupo control.....	55
Figura 4-10: Porcentaje de aciertos prueba inicial (PACI) vs porcentaje de aciertos prueba final (PACF) para grupo control	56
Figura 4-11: Porcentaje de aciertos prueba inicial (PACI) vs porcentajes de aciertos en prueba final (PACF) para grupo experimental	57
Figura 4-12: Gráfico de puntos. Distribución de promedios de porcentaje de avance por preguntas (prueba de rango múltiple de Duncan).....	58

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Resultados prueba ICFES Saber Once, años 2014-2013-2012. Ubicación a nivel local, departamental y Nacional	23
Tabla 3-2: Cronograma de actividades llevas a cabo para el desarrollo de la investigación	25
Tabla 4-1: Resultados de la encuesta sociodemográfica (anexo B), aplicada al grupo experimental	32
Tabla 4-2: Promedios obtenidos en la prueba inicial para los grupos experimental y control.....	34
Tabla 4-3: Porcentaje de aciertos en pruebas inicial y final para grupo control. Programa de estadística SAS.....	35
Tabla 4-4: Porcentaje de aciertos en pruebas inicial y final para grupo experimental. Programa de estadística SAS	36
Tabla 4-5: Porcentaje de aciertos a preguntas sobre la localización de la información hereditaria en algunos seres vivos.	37
Tabla 4-6: Porcentaje de aciertos acerca de la información hereditaria en algunas células humanas.....	38
Tabla 4-7: Diagnóstico de las necesidades de aprendizaje.....	40
Tabla 4-8: Hipótesis formuladas por los grupos ante la pregunta ¿qué tiene la sangre que hace posible que se pueda identificar a una persona?	42
Tabla 4-9: Hipótesis formuladas ante la pregunta ¿Cuándo un hijo se parece mucho a uno de sus padres, es porque su información genética es muy parecida a la de ese padre?	47
Tabla 4-10: Hipótesis formuladas ante la pregunta “si una persona es de determinado grupo sanguíneo O, A, B, ¿todos sus hijos deben tener ese mismo tipo de grupo sanguíneo?	52

Introducción

El presente trabajo de investigación, llevado a cabo en la institución educativa Luz Haydee Guerrero Molina, adscrita a la Secretaría de Educación del Municipio de Santiago de Cali (Valle, Colombia), ha tenido como principal objetivo desarrollar la estrategia pedagógica y didáctica de resolución de situaciones problema de enunciado abierto, con el fin de mejorar los niveles de comprensión y argumentación de algunos aspectos básicos de Genética, área de ciencias naturales, que ofrecen bastante dificultad para el estudiantado.

Actualmente, a cualquier individuo le resulta imposible ser indiferente a algunos aspectos relacionados con la Genética, debido a que son muchos los avances que se están produciendo en este campo, que de una y otra manera involucran al ser humano. El consumo de alimentos transgénicos, noticias sobre la clonación de organismos, la búsqueda de tratamiento a enfermedades que afectan la humanidad, la lucha contra el envejecimiento y la muerte, son situaciones que ahora hacen parte de la vida cotidiana.

De otra parte el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Genética generalmente ha presentado grandes obstáculos por la complejidad y naturaleza misma de los conceptos que son inherentes al tema. También, es un tema que requiere de mucha abstracción por parte del estudiantado y el uso de términos muy precisos para la organización de conceptos.

Generalmente desde la pedagogía tradicional, el tema se introduce a partir de las leyes de la herencia de Mendel y se continúa con la resolución de ejercicios sencillos de cruza específicas, utilizando el cuadrado de Punnett.

A través de la investigación presentada como una estrategia de resolución de problemas de enunciado abierto, las situaciones problemas se presentan como casos de la vida cotidiana que representan para los alumnos un gran interrogante y para los cuales no existe un camino descrito para resolverlo; es necesario buscar una respuesta y es

precisamente en esta búsqueda, donde se torna significativo todo lo recorrido para encontrarlo.

1. Antecedentes y Contexto de la Investigación

1.1 Descripción del problema

La situación problema planteada surgió de las observaciones registradas por varios años en la institución educativa **Luz Haydee Guerrero Molina** ubicada en la comuna 13, de la ciudad Santiago de Cali, Departamento del Valle, Colombia. La autora es docente del área de Ciencias Naturales en la secundaria y ha ofrecido la asignatura de Biología desde los grados séptimo hasta once. Ha realizado y registrado observaciones respecto a la dificultad que presenta el estudiantado para lograr “explicar” algún concepto o proceso. El término explicar tiene muchos y muy variados significados, pero aquí se refiere expresamente a aquel de “darse cuenta de algo, comprender la razón de algo y tener la competencia para exponerlo con argumentos científicos”.

Una de las temáticas que mayor dificultad ofrece para su comprensión, es el estudio de la genética, ya que requiere de mucha abstracción y de pensamiento hipotético deductivo para resolver situaciones problemáticas tipo efecto - causa, que son diferentes a las situaciones problema que se manejan desde las matemáticas (Causa- efecto). La genética es un área del conocimiento que en los últimos años ha avanzado de manera muy significativa gracias al desarrollo de la biología molecular. Estamos viviendo un momento glorioso para la biología gracias al estudio de la molécula del ADN, los genes y su expresión en síntesis de proteínas. Cada día se reportan avances prodigiosos que en conjunción con otras áreas del conocimiento y los avances tecnológicos, nos develan la intimidad de los intrincados procesos que se llevan a cabo en el interior de las células y el proceso evolutivo de los seres vivos en la tierra. La biología molecular y el estudio de los genes revelan la historia de la vida misma desde su origen y las conexiones evolutivas que compartimos los seres vivos y que nos deben hacer alejar a nosotros los humanos de la posición de prepotencia y dominio, para asumir de manera muy comprometida el cuidado

4 Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

del ambiente que nos rodea y la comunidad de demás organismos con los cuales compartimos este planeta. El estudio y comprensión de la genética, se vuelve entonces una necesidad por las vastas implicaciones que tiene tanto para los individuos como para las sociedades.

Es cierto que algunos estudiantes muestran avances en esta competencia, pero éstos constituyen más bien la excepción que la regla. Se aclara que a la hora de recoger “evidencias del aprendizaje” la autora debe considerar muchos aspectos que reflejan el interés del estudiante por aprender, como: excelentes consultas, gráficos bien elaborados, buenas presentaciones en *Power point*, desarrollo adecuado de actividades propuestas en clase para movilizar ideas y organizar conceptos; pero cuando la pretensión es “explicar”, “dar cuenta de algo”, otra situación es la que se evidencia. Se llega a pensar entonces, que el estudiante considera que después de esforzarse en sus consultas, realizar gráficos, resolver talleres, la maestra “ya debe darse por satisfecha” y además premiarle con una muy buena nota. Como docente, es obvio que este esfuerzo debe ser reconocido pero no se puede pasar por alto y dejar de reflexionar frente a la dificultad para profundizar, comprender y expresar en sus propias palabras el o los conceptos que subyacen a las estrategias pedagógicas planteadas para acceder al conocimiento.

De otra parte, sin desconocer que en muchos casos para un estudiante el enfrentarse a un grupo le genera tensiones que pueden afectar su buen desempeño en el intento de explicar, la autora considera que finalmente lo que queda manifiesto es la poca comprensión de lo que se consulta y se pone en evidencia una expresa limitación para usar el lenguaje propio de las ciencias. Aunque los grupos son en general numerosos, se han propuesto diversas estrategias didácticas como: exposiciones, trabajo cooperativo, desarrollo de laboratorios, producción de textos, en un intento por lograr avances significativos en esta competencia; aún así, sigue siendo deficiente su desarrollo, pues quien avanza en el estudio de las ciencias naturales también debería avanzar en poder explicar los conceptos. Al reflexionar porqué es tan importante el explicar, una de las respuestas que se ha encontrado pertinente para el caso es: “La persona que explica toma la iniciativa en el diálogo, pero a partir de la necesidad de quien pregunta por el cómo, el qué o el porqué de un determinado estado de cosas. Quien desarrolla una explicación intenta que quien la solicite sienta satisfecha su inquietud (incluyendo aquí la

comprensión); para ello utiliza términos familiares **volviendo conocidas las cosas**“(Adúriz-Bravo, 2008).

Es importante considerar que el contexto familiar de la comunidad estudiantil es complejo y desde allí se podría encontrar una justificación para esta situación, pero también es cierto que el anhelo de lograr cambios significativos en los aprendizajes, constituye un verdadero reto que de manera permanente obliga a revisar desde la pedagogía y la didáctica, las prácticas de enseñanza. Podría conjeturarse que las raíces de estas dificultades en la comprensión lectora, cognitiva y lingüística, tienen su origen no solo en los complicados contextos que viven los estudiantes, sino también, en las permisivas directivas ministeriales frente a la promoción, y por supuesto en el quehacer pedagógico. Los maestros se encuentran en el tránsito de dejar de ser “maestros tradicionales” para ser maestros “constructivistas”, sin dominar aún las teorías de desarrollo del conocimiento que le dieron origen a esta corriente pedagógica, y poder así aplicarla con mayor éxito y evidenciar que haya habido una real elaboración mental. En tiempos pasados la exigencia de “aprender de memoria” permitía retener mucha información porque a este proceso mental también le cabía mucha imaginación. Ahora “la escuela debe brindarles oportunidades para que se construya conocimiento” y se esperaría como producto estudiantes críticos, analíticos, entusiasmados por el aprender. Más, las generalizadas quejas del magisterio y las pruebas externas que se aplican hablan de otra situación.

Hay elementos del contexto externo que escapan al poder de resolución del maestro, como la crisis social que atraviesan de manera muy manifiesta nuestras comunidades y sobre todo esta zona “distrito de Aguablanca”; y las políticas en materia de educación emanadas del Ministerio de Educación; pero lo que sí se puede intentar desde la escuela, de manera significativa, es crear los ambientes de aprendizaje que inviten a adentrarse en los caminos de la ciencia, el respeto por el otro y la construcción de conocimiento. La institución educativa debe constituirse en el punto de referencia para pensar en la educación como un proyecto de vida. Con base en estas reflexiones y desde el trabajo en la enseñanza, es preciso preguntarse entonces **¿Cómo mejorar la comprensión de las temáticas en educación básica secundaria para avanzar en la competencia de explicar, en el área de ciencias naturales?**

1.2 Justificación

El presente trabajo de investigación basado en la enseñanza de la genética, intenta desarrollar estrategias pedagógicas y didácticas mediante las cuales se facilite la comprensión de estas temáticas. La genética es una ciencia que debiera importar no solo al estudiantado, sino a cualquier individuo del mundo, ya que tiene grandes implicaciones no solo desde la biología o la medicina sino también desde la ética y la sociología. La biología molecular diariamente hace aportes bastante significativos a la comprensión de los procesos que tienen lugar en las células y que por supuesto como seres humanos debemos conocer para tomar mejores decisiones. Estamos en la época del auge de la biotecnología, la manipulación genética, la clonación y desde ahí es importante que desde la educación básica, todos reconozcamos cuál es la función de la genética en estos desarrollos científicos. Esta estrategia propende por el desarrollo del pensamiento hipotético deductivo y la abstracción, elementos necesarios para la comprensión de esta temática y por tanto el ambiente de aprendizaje ha de propiciar espacios donde se construya conocimiento desde la resolución de situaciones problemas, lo que implicaría saber preguntar, proponer hipótesis, experimentar, analizar y concluir de manera crítica, en busca de la comprensión para buscar las posibles soluciones a problemas de la vida cotidiana.

La importancia social y científica de esta temática implica basar el desarrollo curricular a partir de las concepciones de los estudiantes, para que el aprendizaje sea realmente significativo, se facilite su comprensión y pueda perdurar en el tiempo. Es importante considerar los diferentes patrones de interacción entre las representaciones de los estudiantes y la enseñanza del maestro y realizar un análisis crítico de estos, para avanzar en las competencias científicas.

La propuesta pedagógica presentada, de innovación en el aula, pretende también convertir el aula en un espacio donde sea posible no solo construir conocimiento desde las ciencias naturales, sino también construirse como un nuevo ciudadano, desde el trabajo colectivo, capaz de respetar el punto de vista del otro, defender sus propias ideas, mantener una discusión racional y considerar la educación como una opción para una vida digna en comunidad. Desde el punto de vista pedagógico, este proyecto busca brindar la oportunidad para que otros maestros y a otras instituciones educativas promuevan

estrategias que acerquen al estudiando a una mayor comprensión de conceptos y procesos que se requieren a la hora de explicarlos o dar cuenta de ellos. Desde las políticas del Ministerio de Educación y aún desde la misma comunidad científica, la exigencia que se hace a los maestros del área de ciencias naturales de básica, en este caso la secundaria, es que ellos mismos deben conocer profundamente los principios científicos y deben dar cuenta de que sus estudiantes avancen en las competencias de identificar, indagar y explicar, además de las competencias básicas de interpretar, argumentar y proponer.

Persiste en el estudiantado serias dificultades para argumentar y aún más, para ser propositivos frente a un problema planteado desde las ciencias naturales, y a esto se suman carencias con respecto a las competencias inherentes a las ciencias naturales. Es por esta razón que un proyecto en este sentido aportará conocimiento a los maestros para incrementar los niveles de las competencias científicas, lingüísticas y ciudadanas en el estudiantado, porque la investigación desde el corazón del aula se muestra como un libro abierto que puede ser leído en diferentes contextos y puede enriquecer muy significativamente la labor pedagógica.

En el aula la competencia en la cual más avanza el estudiantado, es en la de identificar, tal vez por la misma facilidad con la que ahora se accede a la información y habilidades artísticas para realizar gráficos e interpretarlos. También la mayoría de talleres propuestos por los textos escolares y aún los diseñados por el maestro mismo, tienen una fuerte inclinación por desarrollar habilidades para identificar e interpretar. De hecho, es la competencia en la que mejor les va a nuestros chicos en las pruebas de estado SABER.

La pretensión de aumentar los niveles cognitivos - lingüísticos del estudiantado, también aumentará de modo significativo la comprensión de los fenómenos naturales, la capacidad de transformar el entorno y una visión holística de lo que nos representa la naturaleza y la necesidad de cuidar y conservar los recursos que sustentan la vida en el planeta. Poder explicar una situación genera mucha satisfacción, aumenta los niveles de motivación, compromiso y autonomía tan anhelados en el aula.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar el método de Resolución de problemas dentro de la temática de Genética, como estrategia pedagógica y didáctica con el fin de aumentar los niveles de comprensión, que permitan avanzar en la competencia argumentativa en el área de Ciencias Naturales en el nivel de educación básica secundaria.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los saberes previos de los estudiantes y plantear situaciones problema cuya resolución conlleve a aumentar los niveles de comprensión científica de la temática.
- Implementar actividades didácticas que permitan comprender conceptos genéticos como: cromosoma, gen, homocigoto, heterocigoto, alelos.
- Evaluar la metodología en la comprensión de los conceptos.

2.Revisión de Literatura

2.1 Marco Referencial y Estado del Arte

Una de las concepciones más aceptadas a cerca de lo que significa un problema es la planteada por Perales (1998)¹, en donde se refiere a un *problema* como “cualquier situación prevista o espontánea que produce por un lado, un cierto grado de incertidumbre y por el otro, una conducta tendiente a la búsqueda de su solución”. Aún existe discusión frente a la naturaleza misma del problema, en cuanto se refiera a resolución de ejercicios que se resuelven utilizando cálculos matemáticos o si abarca aquellas dimensiones donde el problema es cualitativo y se refiera a una situación de la vida cotidiana que aún no ha sido resuelta por el sujeto quien la enfrenta. Desde el área de la biología los problemas que se presentan son generalmente de tipo cualitativo, pero los problemas de la vida se resuelven con la comprensión de la relación entre ambas herramientas, cualitativas y cuantitativas.

Ahora bien, un problema se puede considerar científico cuando debe utilizar teorías o conceptos de la ciencia y se estudia mediante métodos científicos. En la enseñanza de las ciencias no resulta tan importante resolver en sí el problema, sino todo el conjunto de actividades y saberes puestos en juegos para crear tensión entre ignorancia y conocimiento.

La existencia de un problema que no puede resolverse de inmediato y el interés por hacerlo constituyen condiciones para que pueda plantearse, este tipo de estrategia en el proceso enseñanza aprendizaje. Bajo esta perspectiva la resolución de problemas, es un proceso

¹PERALES, F. J. (1998). La resolución de problemas: una revisión estructurada. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Campus Universitario de Cartuja. Granada. EN Revista educación y pedagogía. Universidad de Antioquia. Vol. 21. 1998, p. 171.

que utiliza el conocimiento de una disciplina (en este caso la Biología) y las técnicas y habilidades de esa disciplina para salvar el espacio existente entre el problema y su solución. El sujeto debe resolver una situación, confrontando sus propios saberes y teorías con las teorías del mundo científico.

Ante una situación problema la pretensión de organización del conocimiento, debe llevar a formularse preguntas que permitan su resolución como ¿Qué información poseo acerca del problema? ¿Qué nueva información necesito? ¿Qué secuencia de acciones debo seguir? ¿Cómo puedo encontrar lo que necesito saber a cerca de...?. La utilidad de la información dependerá de cómo esta haya sido organizada y cómo pueda ser recuperada para afrontar las diversas tareas.

La organización y análisis de esta información puede ser válida para resolver la situación o por el contrario, requerir de un replanteamiento al inicial para conseguir el objetivo. La realización de la secuencia de actividades o tareas, después de un trabajo de organización, debe llevar al estudiante a resolver la situación, pero, bajo la consideración de que estas acciones siempre tienen el carácter de temporales o provisionales, puesto que en caso de no llevar a la resolución del problema, pueden ser cambiadas o replanteadas y mediante un análisis cuidadoso y razonado pueden asegurar un resultado eficaz. El análisis crítico de los resultados seguidos de una cuidadosa evaluación, permiten constatar si se ha resuelto el problema o por el contrario se deben revisar nuevamente los pasos para alcanzar la solución. (Sigüenza y Sáez, 1990).

Los problemas cualitativos adquieren un carácter de “abiertos” no solo porque implican varias etapas tanto de resolución como de acción de pensamiento que los diferencia de los problemas cuantitativos, que generalmente se resuelven mediante la aplicación de algún algoritmo, lo que los convierte en “cerrados”. (Opcit, p.172).

Hernández (2001) plantea los pasos que deben seguir los estudiantes para la resolución de problemas en investigación, propuestos por Gil D y otros (1994)²:

²GIL D, PESSOA M. A., FORTUNY J. M., AZCÁRATE C. (1994). *Formación del Profesorado de las ciencias y la matemática, tendencias y experiencias innovadoras*. Madrid: ECT. Editorial

- I. Considerar cual puede ser el interés de la situación problemática observada
- II. Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir, de manera precisa el problema, explicitando las condiciones que se consideran reinantes.
- III. Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia, imaginando, en particular, casos límite de fácil interpretación física.
- IV. Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución antes de proceder a ésta, evitando el puro ensayo y error. Buscar distintas vías de resolución para posibilitar el contraste de los resultados obtenidos y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
- V. Realizar la resolución verbalizando al máximo, fundamentando lo que se hace y evitando, una vez más, operativismos carentes de significación física.
- VI. Analizar cuidadosamente los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas y en particular, de los casos límite considerados.
- VII. Considerar las perspectivas abiertas por la investigación realizada contemplando, por ejemplo, el interés de abordar la situación a un nivel de mayor complejidad o considerando sus implicaciones teóricas (profundización en la comprensión de algún concepto) o prácticas (posibilidad de aplicaciones técnicas). Concebir, muy en particular, nuevas situaciones a investigar, sugeridas por el estudio realizado. Aunque muchos problemas pueden estar planteados en los textos o definidos exclusivamente por el profesor, lo deseable es que los estudiantes también puedan formular los problemas, con base en situaciones de la vida cotidiana y por tanto la redefinición del problema puede ser planteada en el aula. Lo ideal es poner a los estudiantes en situación de resolver los problemas, mediante la aplicación de la metodología científica, formular hipótesis, diseñar la experimentación, realizarla y posteriormente analizar con rigor los resultados obtenidos. Presentar un video o película, la lluvia de ideas, la puesta en escena de una situación que no admita

solución inmediata, las lecturas y un espacio para la discusión han sido estrategias propuestas para generar preguntas problema.

2.2 Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias y la Genética.

La genética es uno de los ámbitos que más dificultades ofrecen tanto por la complejidad de sus contenidos, la naturaleza de los conceptos y las características de las estrategias de enseñanza. Numerosos estudios muestran que se trata de una parte de la biología que presenta muchos y muy graves errores conceptuales que pueden ser atribuidos a concepciones alternativas, a prerrequisitos conceptuales e incluso a que han sido olvidados por el alumnado. Algunos de estos errores hacen referencia a la confusión existente entre términos como cromosoma, cromátidas, gen, alelo, dominancia o recesividad. De otra parte las experiencias en genética son difíciles de llevar a cabo de manera real e inmediata, dada la dificultad de manejar material vivo y el largo período de tiempo que implica su realización. Todas estas circunstancias inducen al estudiantado a tener poca comprensión de los conceptos que se requieren para la adecuada identificación de los procesos que se llevan a cabo a nivel celular y que se requieren para la comprensión de la transmisión de la información hereditaria. (Iñiguez, 2005).

Otros planteamientos a cerca de la dificultad para comprender los contenidos de la genética, es que estos se califican como hipotéticos y conceptos formales que según los períodos de desenvolvimiento propuestos por Piaget, corresponden a un estadio de desarrollo cognitivo que se da entre los 12 a 15 años de edad. Mitchell y Lawson, (1988)³ argumentan que muchos de los estudiantes aún no poseen las destrezas apropiadas de razonamiento hipotético-deductivo y esta sería la principal fuente de dificultades para la resolución de situaciones problema, la interpretación de resultados y la verdadera comprensión de la naturaleza del material genético y su situación en la célula. De otra parte

³MITCHELL, A y LAWSON, A. E. (1988). Predicting Genetics achievement in no major's college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 25 (1). citado por IÑIGUEZ, F.J. La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona. 2005, p 47.

Hackling y Treagust (1984)⁴ piensan que puede ser factible introducir la genética en el currículo de los alumnos menores de 16 años siempre que se haga acercando los procesos implicados en la herencia biológica a experiencias concretas y familiares y cuando el profesor no profundice en aspectos difícilmente observables por el alumnado y sea capaz de ilustrar con actividades y experiencias perceptibles y que les sea cercanas a su entorno o a su mismo ser (IBID, p 47-48).

Respecto al estadio de operaciones formales, Pozo y Gómez (2000)⁵, cita a Inhelder y Piaget (1955), quienes proponen ocho esquemas *formales* necesarios para poner en marcha la mayor parte de los procesos y procedimientos requeridos para hacer ciencia y desarrollar con mayor éxito los planes curriculares en estudiantes adolescentes:

1. *Operaciones combinatorias*: hacen posible que dada una serie de variables o proposiciones se puedan hacer todas las combinaciones posibles entre ellas para lograr un determinado efecto.
2. *Las proporciones*: permiten cuantificar las relaciones entre dos magnitudes, ya sean la parte y el todo o dos partes entre sí. Estarían conectadas con numerosos conceptos y leyes no sólo de las matemáticas, sino también de diferentes áreas de la ciencia.
3. *La coordinación de dos sistemas de referencia*: conveniente para comprender todas aquellas tareas en las que exista más de un sistema variable que pueda determinar el efecto observado.
4. *La noción de equilibrio mecánico*: implica la comprensión del principio de igualdad entre dos acciones expuestas dentro de un sistema dado. Del estado actual del sistema y su estado virtual o posible si se realizan ciertas acciones en él.

⁴ HACKLING, M.W. y TREAGUST, D. (1984). Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 21 (2). Citado por INIGUEZ, F.J. La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona. 2005, p 47

⁵POZO y GÓMEZ (2000). Aprender y enseñar Ciencia. Ediciones Morata, S. L. (2000). 2ª edición. Mejía Lequerica. 12.28004. Madrid, p 77-78.

14 Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

5. *La noción de probabilidad*: vinculada a la comprensión del azar y por tanto de la causalidad.
6. *La noción de correlación*: estaría vinculada tanto a la proporción como a probabilidad necesaria para el análisis de datos y la experimentación científica en tareas complementarias o ante fenómenos probabilísticos.
7. *Las compensaciones multiplicativas*: Supone el uso de la proporción y la comprensión de una relación inversa entre dos variables. Permite acceder a conceptos tales como la conservación del volumen o la comprensión del principio de Arquímedes.
8. *Las formas de conservación que van más allá de la experiencia*: conectadas con la noción de equilibrio mecánico, que suponen que una ley se ha establecido, aunque no sea precisamente observable.

La importancia social y científica del tema y la posibilidad de descubrir métodos apropiados para presentarlo en este nivel educativo proponen basar el desarrollo curricular a partir de las concepciones del alumnado de manera que según sean éstas se abra un proceso de elaboración gradual donde se combinen desarrollo, investigación y enseñanza y un posterior análisis de cómo aumenta la comprensión.

Frente a la consideración de los saberes previos de los estudiantes, Gilbert et al. (1983)⁶, ha descrito cinco patrones posibles de interacción entre las representaciones que los alumnos tienen con las enseñanzas del profesor y que igualmente son válidas en el campo de la docencia de la genética:

1. La concepción de alumnos permanece inalterada
2. La concepción original permanece y se obtiene una segunda independiente de la primera, que tiene validez en un contexto escolar, pero que no llega a relacionar

⁶GILBERT et. Al. (1982). Alternative conceptions. Paper presentend at the AAPT, winter meeting. Nueva York. Citado por IÑIGUEZ, F.J. La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, p 56.

con la experiencia diaria del fenómeno y este sigue siendo interpretado con sus ideas iniciales. Por tanto hay creencias paralelas y compartimentadas

3. Se refuerza la concepción del alumno que interpreta erróneamente la instrucción.
4. Se produce una amalgama de concepciones: los alumnos captan solo una parte de las ideas científicas y el resultado es una mezcla de ideas científicas y personales
5. Unificación de ambas concepciones, que resulta en una visión científicamente correcta. Aquí se produce realmente el cambio conceptual.

Trabajar con las ideas previas de los estudiantes, implica además una continua puesta en común, un campo para la discusión y el debate en torno a qué tipo de actividades y cuál metodología contribuirían en mayor grado a resolver la situación. Llama la atención lo “universales” que resultan estos esquemas conceptuales en genética, en poblaciones de estudiantes de este mismo nivel de educación básica en otros países; Argento (2013)⁷, Ayuso, E y Banet, E. (2002)⁸, Caballero (2008)⁹. Los “saberes previos”, han recibido múltiples y variados nombres para otros autores que han desarrollado importantes reflexiones acerca de la relevancia que merecen en la construcción de conocimiento. Ausubel et Al (1978)¹⁰, los llamó *preconceptos*; Novak (1988)¹¹, los denominó *concepciones erróneas*, y otros autores hablan de *representaciones*, *esquemas pre conceptuales*, *concepciones alternativas*, *ideas previas*. Este trabajo desde lo colectivo, la participación y la ayuda mutua, requiere no sólo del concurso de competencias científicas, competencias de la comunicación sino también de las competencias ciudadanas que se

⁷ ARGENTO, D. (2013). Estudio exploratorio sobre preconcepciones en el área de genética en alumnos de secundaria italianos y españoles. Trabajo final de magister. Universidad Internacional de la Rioja, facultad de educación. Madrid, enero 2013.

⁸ AYUSO, G, E. BANET, E. (2002). Alternativas de la enseñanza de la genética en educación secundaria. Revista Enseñanza de las Ciencias. 2002, 20(1).

⁹ CABALLERO A (2008). Manuela. Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. Departamento de Didáctica de las ciencias Experimentales. Universidad Complutense. Revista Enseñanza de las Ciencias, 2008, 26(2).

¹⁰ AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. (1978). *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. México.

¹¹ NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

precisan para desarrollar ambientes de aprendizaje favorables para aproximarse al conocimiento.

De otra parte si se reconoce el hecho de que la construcción de conocimiento tiene un carácter colectivo, entonces el fortalecimiento de toda forma de trabajo colaborativo ha de propiciarse en el aula. Al intentar resolver situaciones problemáticas, la discusión en torno a las actividades que requieren para ello, las metodologías a seguir y encontrar la validez en los resultados obtenidos, requieren de un debate. De esta manera, no sólo se ponen en juego las competencias científicas, sino que se fortalecen las competencias comunicativas, ciudadanas. Estas competencias escolares deben asegurar un proceso de construcción de formas de *explicación* cada vez más elaboradas donde los estudiantes puedan justificar sus puntos de vista y reconocer sus procesos de construcción del conocimiento.

En Colombia, García y Rentería (2013)¹², presentan un artículo sobre la investigación realizada en la universidad de Antioquia, “*Resolución de problemas, una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica*”. La resolución de problemas abiertos va acompañada del uso de la modelización experimental en el aprendizaje de los conceptos básicos de la termodinámica. El modelo científico representa tanto una parte de la teoría científica como el fenómeno en estudio. La construcción de modelos experimentales permite manipular las variables y constatar las hipótesis en un proceso de análisis, evaluación y diseño. En el proyecto de investigación se obtiene una diferencia significativa de 5,13 puntos entre los valores obtenidos en la media global del grupo control (6,20) y la media del grupo experimental (11,51), en el test del aprendizaje conceptual de la termodinámica. A partir del análisis de los resultados obtenidos les es posible inferir que “la estrategia de resolución de problemas abiertos constituye un estrategia didáctica alternativa que influye positivamente y con mayor intensidad en el aprendizaje de los conceptos de temperatura”.

¹² : GARCIA G., J. J. y RENTERÍA RODRIGUEZ, E. (2013). “Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la Termodinámica”. En: Revista Guillermo de Ockham 11(2). pp. 117-134. 2013.

En la Universidad Pedagógica Nacional, Cifuentes y Salcedo (2008)¹³ han llevado a cabo el proyecto de intervención en el aula “*Situaciones problema en Ciencias Naturales como punto de partida para desarrollar competencias interpretativas, argumentativas y propositivas*”. Se ha trabajado con preguntas propuestas sobre problemas ambientales que exigen del estudiante, la interpretación, profundización y afianzamiento de los mismos. La metodología incluye actividades precisas como la lectura y técnicas de argumentación que buscan el desarrollo de las competencias interpretativa, argumentativa y propositiva del grupo de estudiantes. El análisis de los resultados revela dificultades del estudiantado para manejar un lenguaje científico. Las competencias argumentativa y propositiva, propositiva resultaron mejor favorecidas por “el manejo desde un ámbito cotidiano o hipotético, más que científico”, ya que las situaciones problemas planteadas, también son retomadas desde otros contextos.

¹³ CIFUENTES Y SALCEDO (2008). “Situaciones problema en Ciencias Naturales como punto de partida para desarrollar competencias interpretativas, argumentativas y propositivas”. Memorias CIIEC. Universidad pedagógica, Bogotá, Colombia. .2008.

3. Materiales y Métodos

3.1 Tipo de investigación

Este proyecto de investigación, es planteado desde un marco cualitativo, entendiéndose éste como *el estudio de la realidad tal y como sucede, “intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas”,* (Gil y otros (1996). Por tanto, esta intervención con una estrategia pedagógica ha pretendido precisamente “interpretar” estas situaciones del aula, mediante un análisis comparativo semicuantitativo de los avances en el desempeño académico de dos grupos de básica secundario de grado noveno. Para ello se han utilizado los instrumentos de evaluación inicial y final y un cuidadoso análisis del material obtenido, en busca de elementos relevantes que contribuyan de manera significativa a avanzar en la situación problemática planteada al inicio de la investigación.

3.2 Lugar y contexto donde se desarrolló el trabajo

Este trabajo de investigación se llevó a cabo durante el período septiembre- noviembre del año lectivo 2013, en la institución educativa “**Luz Haydee Guerrero Molina**” ubicada en la comuna 13, distrito de Aguablanca, municipio de Santiago de Cali. Departamento del Valle, barrio Los Robles. Los barrios que conforman la comuna son: Ulpiano Lloreda 1 y 2, Comuneros 2, El Diamante, Los Robles, Villablanca, Lleras Cinta Larga, El Pondaje, Villa Cristina, Urbanización Sorrento, El Vergel, Ricardo Balcázar, Villa del Lago, Rodrigo Lara Bonilla, Calipso 1, 2, 3 y 5, Marroquín 3, Sector Laguna El Pondaje, Nuevo Horizonte, Poblado 1 y 2, Omar Torrijos, Carlos Lleras Restrepo, Charco Azul, Yira Castro, Los lagos, La Paz, El Vivero y los asentamientos de Villa Uribe (Barrio Villablanca), La Planera (Charco Azul), La Florida (Comuneros 2) Cinta Villegas, Virgilio Barco (Charco Azul), Cintas Charco Azul, La Nueva Florida (Comuneros 2), Cinta Los Robles, Octavio Sardi (Charco Azul), Belisario Betancourt y Jazmincito. La Comuna 13 tiene aproximadamente 180.157 habitantes. La institución educativa se encuentra en Los Robles.

Figura 3-1: Mapa de ubicación de la IE “Luz Haydee Guerrero Molina”, Cali, Valle, Colombia. Fuente *Google Maps*.



La información referente a aspectos socioeconómicos y ambientales de la comuna, fueron tomados de la fuente Agenda Ambiental DAGMA, 2003.

La comuna tiene amplia cobertura en servicios públicos y con la nueva infraestructura por el sistema de transporte MIO han mejorado considerablemente las vías principales de acceso, aunque siguen siendo deficientes las vías internas. Es de resaltar que existen en la comuna varios asentamientos cuyas familias viven en condiciones deplorables, sin acceso a servicios públicos y en viviendas hechas con materiales transitorios como madera burda, guadua, caña, cartón, esterilla. Aledaño a la institución se encuentra el asentamiento Cinta los Robles, con estas características. Existe gran diversidad de grupos étnicos, comunidades negras provenientes de la costa pacífica y comunidades indígenas provenientes de los departamentos de Cauca y Nariño. Desde el punto de vista ambiental, un grave problema es el arrojado de basuras y escombros que generan deterioro de la calidad de vida de la población e impactos ambientales negativos a los recursos naturales. Considerando el aspecto cultural, estas comunidades gustan mucho de ritmos musicales como la “salsa”, “el reggaetón” y de hecho en la zona hay varias escuelas de formación en

este sentido. Cuenta con la ciudadela educativa “Nuevo Latir”, de excelente infraestructura, el puesto de Salud Ricardo Balcázar y el hospital “Carlos Holmes Trujillo” de amplia cobertura.

Condiciones habitacionales: existe una relación de 1.18 hogares por vivienda y más de 5 personas por hogar con un alto grado de hacinamiento. Hogares que disponen con un solo cuarto (25.5 %) y hogares que utilizan un solo cuarto para dormir (41,6%).

Participación Comunitaria: Funcionan la Jurisdicción de Paz para la solución pacífica de conflictos ciudadanos, la Red de Apoyo a Jóvenes, el Instituto de Educación Integral para jóvenes y adultos Alfonso López Pumarejo, y los clubes juveniles del ICBF. Cuenta con Estación de Policía. Están vinculadas a este sector la ONG Visión Mundial, la Asociación para el desarrollo y la gestión comunitaria Daniel Guillard, la JAL de la comuna 13, Profamilia, Centro de Capacitación Don Bosco, Fundación Carvajal . Hay 26 organizaciones de jóvenes que trabajan en la comuna y de estas el 70% corresponde a organizaciones juveniles. El 85% de las organizaciones actúa localmente en los barrios y el restante 15% tiene cobertura en toda la comuna y el distrito de Aguablanca. Las problemáticas que se trabajan son consumo de drogas, violencia entre pandillas, expendio de drogas, violencia intrafamiliar, violencia por limpieza social, desempleo, embarazo precoz, baja calidad y cobertura educativa.

Servicio de Educación: En la comuna hay 68 colegios, de los cuales 14 son públicos agrupados en 5 instituciones educativas y 63 privados. Estos atienden una población escolar de 11.734 estudiantes (47%) en públicos y 12.655 (53%) en privados. La población escolar en el sector oficial se discrimina así: nivel preescolar 1.016 estudiantes, (8,6%), nivel básico 7.959 estudiantes (68%) y el nivel secundario 2759 estudiantes (23,4%). Las Bibliotecas Comunitarias se encuentran en la Central Didáctica del Poblado y Daniel Guillard en el barrio los Lagos.

Actividad Económica: La principal actividad de la comuna es el comercio. Se distribuye así: Comercio 61.49%, Industria 14% y Servicios 24.5%. Los Jefes de Hogar se desempeñan en Administración pública y defensa, servicios personales, sociales y comunales. En general el nivel de ingresos es bajo, con tasa de desempleo del 23.5%.

22 Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

Los índices de pobreza son superiores al 60%; el 8,3% son indigentes. Estratos de la comuna: 65% estrato 1, 30% estrato 2 y 5% estrato 3 (Calipso, urbanización Sorrento).

Genero del Jefe de Hogar: Masculino 66% - femenino 33.1%

Edad del Jefe de Hogar:

15 – 29 años 15,4%

30 – 49 años 50.9%

50 – 69 años 27.5%

Más de 70 años 5.5%

El ingreso mensual es hasta 2,5 SMLV para el 63% de los hogares.

Entorno externo de la institución educativa (sede principal): El asentamiento “Cinta Los Robles”, constituye el factor de mayor riesgo por enfrentamiento de pandillas y consumo y venta de sustancias psicoactivas. Muy cerca se encuentra la Fundación Carvajal que presta todo tipo de servicios como biblioteca, registro y notariado, bancos y el Hospital Carlos Holmes Trujillo.

Entorno interno de la institución educativa (Sede principal). La institución educativa cuenta con la sede Rodrigo Lloreda, dedicada a la educación básica primaria y la sede principal, de educación básica secundaria y media. En ambos planteles hay dos jornadas. Tiene una población total de un poco más de 2000 estudiantes. Es reconocida como uno de los mejores planteles educativos de la zona porque ofrece formación técnica industrial para el trabajo, en electricidad e informática. La sede principal tiene disponibilidad de salas de informática, talleres de electricidad, dibujo técnico, espíritu empresarial y laboratorio de ciencias.

La Tabla 3.1, muestra los resultados obtenidos en las pruebas saber once del año 2014, puesto que ocupa a nivel local, departamental y nacional. Y el histórico de las pruebas saber once años 2013 y 2012.

Tabla 3-1: Resultados prueba ICfes Saber Once, años 2014-2013-2012. Ubicación a nivel local, departamental y Nacional**RESULTADOS PRUEBA ICfes 2014**

Jornada	Promedio Matemáticas	Promedio inglés	Promedio lectura crítica	Promedio Sociales y Ciudadan.	Promedio Ciencias Naturales	Promedio Razonamiento cuantitativo	Promedio Comp Ciudadanas
Mañana	50,88	52,12	51,07	50,57	50,57	50,46	51,37
Tarde	48,03	50	51,16	49,59	49,16	48,59	50,13

	JORNADA	PUESTO
Resultados pruebas por institución oficial y no oficial Cali	Mañana	57 de 212
	Tarde	30 de 83
Resultados por institución oficial Cali	Mañana	28 de 74
	Tarde	20 de 51
Resultados generales Cali	Mañana	94 de 397
	Tarde	151 de 397
Resultados generales Valle	Mañana	183 de 924
	Tarde	309 de 924
Resultados generales Nacional	Mañana	3452 de 11903
	Tarde	4793 de 11903

HISTÓRICO DE RESULTADOS PRUEBA ICfes (2012, 2013)

IE Luz Haydee Guerrero Molina	n	Biol.	C. Soc	Filos	Física	Inglés	Leng	Matem	Quím
Año 2012	106	45.23	45.20	40.88	43.70	38.96	46.05	45.60	45.04
Año 2013	108	45.67	44.30	42.93	43.07	38.41	48.39	43.28	44.41

Fuente: Icfes Mejor Saber, consulta de resultados. 2014

Históricamente la jornada de la tarde venía obteniendo mejor desempeño en estas pruebas, pero para este año, la jornada de la mañana ha obtenido mejores puntajes y tres de sus estudiantes pueden acceder al programa de becas mejor saber, propuesto desde el ministerio de educación. La institución logró ubicarse en la categoría **ALTO**, con los

resultados obtenidos en año 2012 en la jornada de la tarde. En ambas jornadas se trabaja con 13 grupos, desde los grados sexto a once. A pesar del entorno violento, en el contexto interno de la institución se observa que la mayoría de los estudiantes tiene normas de comportamiento aceptables, muestran una actitud respetuosa frente a sus maestros y no se presentan situaciones de pandillaje. Los casos de consumo de sustancias psicoactivas son reducidos, e igual los casos de embarazo en adolescentes. En algunos casos la difícil situación económica genera hogares disfuncionales, donde papá y mamá están ausentes y los niños al cuidado de abuelos o tíos.

La comunidad docente: conformada por 64 docentes, en su mayoría contratados en propiedad y con formación profesional en las distintas áreas del conocimiento y estudios de postgrado. En la jornada de la tarde se cuenta con 20 maestros.

Comunidad de padres de familia: en su mayoría presenta bajos niveles de escolaridad. Trabajan en actividades de comercio informal, construcción, vigilancia y oficios varios. Algunos de ellos se mueven en el mundo de la delincuencia y muchos incluso se encuentran privados de la libertad.

3.3 Población objeto del trabajo de investigación

Este trabajo de investigación fue realizado con la totalidad de los estudiantes del grado noveno de la jornada de la tarde (65 jóvenes), pertenecientes a ambos sexos y donde un grupo es el grupo experimental (G1) y el otro el grupo de referencia (G2). La edad de los estudiantes oscila entre 14 y 16 años. Ambos grupos de estudiantes pertenecen a los estratos sociales 1 y 2.

3.4 Duración

La fase experimental del trabajo de investigación se llevó a cabo durante el año lectivo 2013, en un período correspondiente a tres meses, septiembre, octubre y noviembre y tuvo una intensidad semanal de 3 horas de clase, (50 minutos/hora). La tabla 3.2 presenta el cronograma llevado a cabo en el desarrollo del trabajo de investigación.

3.5 Instrumentos

Las estrategias utilizadas para la recolección de la información fueron:

- Evaluación de ideas previas sobre el tema de genética.
- Encuesta socio- demográfica y de desempeño académico.
- Registros de actividades grupales realizadas en la resolución de problemas en genética.
- Evaluación final

3.6 Diseño metodológico

3.6.1 Fase preliminar

Comprendió las actividades de estructuración, socialización y diagnóstico. Comprende el estudio de la metodología de la estrategia pedagógica y didáctica de resolución de problemas abiertos en genética.

3.6.1.1 Estructuración de la estrategia

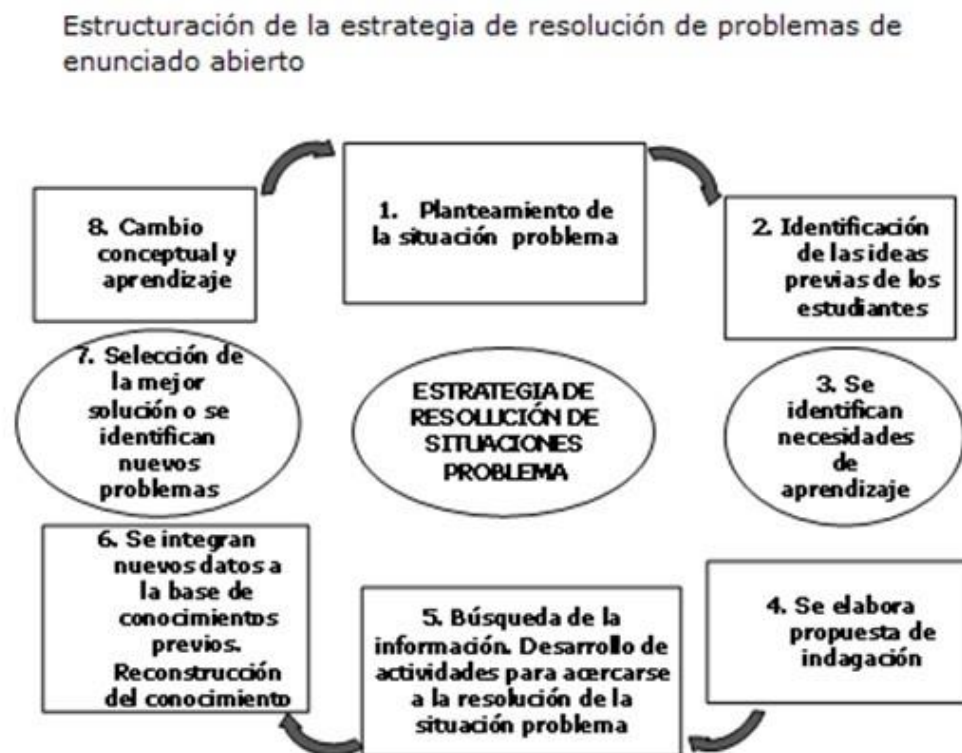
La estrategia de resolución de problemas abiertos en genética tiene la siguiente estructuración.

- Planteamiento de la situación problema.
- Identificación de las ideas previas de los estudiantes.
- Identificación de las necesidades de aprendizaje.
- Búsqueda de información, desarrollo de actividades para acercarse a la resolución del problema.
- Se integran nuevos datos a la base de conocimientos previos para que haya reconstrucción del conocimiento.
- Se selecciona la mejor solución a la situación problema o se identifican nuevos problemas.

- Se produce cambio conceptual y aprendizaje.

La figura 3.2 presenta la estructuración de la estrategia de resolución de problemas de enunciado abierto.

Figura 3-2: Estructuración de la estrategia de resolución de problemas de enunciado abierto



3.6.1.2 Diseño de las actividades necesarias para adelantar la estrategia.

En esta etapa se realizó el diseño y posterior elaboración de los cuestionarios de evaluación de saberes previos, la encuesta sociodemográfica y la evaluación final. También se diseñaron las actividades necesarias para adelantar la estrategia didáctica y pedagógica.

3.6.1.3 Socialización del proyecto

Se socializó la metodología ante el grupo de estudiantes objeto de la investigación, y se utilizó para ello una presentación en Power Point, teniendo en cuenta los objetivos, la estructuración de la estrategia y la metodología a seguir. Posteriormente se hizo la discusión con el grupo, se aclararon dudas y se hicieron las siguientes consideraciones:

- El trabajo en el aula se organizará en grupos de cuatro personas, por consiguiente se valorará el trabajo colaborativo, la comunicación entre sus miembros y el cumplimiento en los aportes individuales, que conlleven a obtener buenos resultados.
- En lo posible, las preguntas surgirán del grupo mismo. Con este propósito se realizarán actividades que motiven la propuesta de preguntas como ver una película, leer un texto o aún hacer una lluvia de ideas.
- Se planteará el diseño metodológico más apropiado para la resolución de una situación problema. Los estudiantes conjeturan acerca de la posible resolución de la situación problema y plantean las actividades, ya sea de consulta o experimentales que finalmente se acerquen a la solución del problema. También se aclaró que la maestra continuamente brindará la explicación y retroalimentación que sea necesaria en el avance de la resolución de la situación problema.
- En esta fase inicial la docente a cargo de la investigación, evalúa los saberes previos, hace un diagnóstico de las principales necesidades de aprendizaje y selecciona y diseña el material didáctico necesario para la retroalimentación del proceso de resolución de las situaciones problema de acuerdo con el plan curricular del nivel de grado noveno de educación básica (película, protocolos de prácticas de laboratorio) También se elaboran los cuestionarios de evaluación diagnóstica, encuesta socio demográfica y otros asuntos concernientes con el quehacer escolar y la evaluación final. Se diseñarán algunas prácticas de laboratorio y ejercicios de lápiz y papel para afianzar los conceptos. Se contó con la aprobación del grupo para su ejecución.
- Igualmente el proyecto se socializó ante el grupo de docentes y directivos, con el propósito de obtener apoyo y acompañamiento durante su desarrollo. Se utilizó una presentación en power point que incluía los objetivos, estructuración de la estrategia pedagógica y metodología a seguir. se aclararon dudas en lo concerniente a la metodología de la estrategia y se propuso un momento final para la presentación de

los resultados. La propuesta tuvo acogida entre el cuerpo de docentes y de manera muy especial, por el señor rector de la institución.

3.6.1.4 Diagnóstico

En esta fase se aplicó el cuestionario de evaluación de ideas previas, adaptado de Ibáñez (2003), cuestionario que a su vez ha sido válido por otros estudios sobre ideas alternativas de los estudiantes, Banet y Ayuso (1995), Woods-Robinson y otros (1998) (ver anexo A). El cuestionario se aplicó a la totalidad de los estudiantes de los grupos G1 (34 estudiantes) y G2 (31 estudiantes). La aplicación de la evaluación de ideas previas permite constatar la homogeneidad de los grupos de referencia y control en sus conocimientos iniciales y de esta manera poder sacar conclusiones en torno a las diferencias obtenidas en el aprendizaje, cuando se aplica en uno de los grupos la estrategia de resolución de situaciones problema en genética. También con base en esta información se hace el diagnóstico de las necesidades de aprendizaje.

Ambos grupos (de referencia y control), son mixtos y las edades de los estudiantes están comprendidas entre los 14 y 16 años. El grupo de referencia fue seleccionado al azar (sorteo a cara y cruz). En este grupo hay 4 estudiantes que hacen repitencia del año escolar. Es de anotar también que el 29.4% (10 estudiantes), provenían de la jornada de la mañana, donde han cursado ciencias naturales con otro docente.

También se aplicó la encuesta sociodemográfica al grupo experimental (ver anexo B), para obtener información relevante acerca de situaciones del contexto familiar, hábitos de estudio y faltas disciplinarias que pueden incidir significativamente en los procesos de aprendizaje. En la tabla 4.2 se presentan los resultados (expresados en porcentaje).

3.6.2 Fase experimental

En esta fase se desarrolló la estrategia pedagógica y didáctica. Para generar preguntas problema que despertaran el interés de los estudiantes por las temáticas de genética se presentó la **película GATTACA**, de ciencia ficción y creada en Estados Unidos en 1.997. (Ver anexo C), Sinopsis de la película. A partir de situaciones problema planteadas desde la genética, los estudiantes desarrollaron actividades que les permitieron acercarse o encontrar la solución. Se realizaron las siguientes actividades:

- Planteamiento de situaciones problema en genética: Cromosoma, gen, alelos (dominantes, recesivos, codominantes), Fenotipo, genotipo, información hereditaria.
- Planteamiento de hipótesis por parte de los grupos
- Consultas que permitieron aproximarse a su solución.
- Ejecución de prácticas de laboratorio
- Producciones textuales, ejercicios de lápiz y papel
- Recolección de la información.
- Aplicación de la evaluación final.

La metodología de la estrategia, incluye el trabajo en grupos y en este caso, resultan 6 grupos conformados por 4 estudiantes y dos grupos más conformados por 5.

3.6.3 Fase de procesamiento, análisis y presentación de los resultados

Con la colaboración del director del presente trabajo de investigación, el profesor Jaime Eduardo Muñoz, quien además como docente puede tener acceso al programa de estadística “Statitisc analysis System SAS” se procesaron los datos arrojados por las evaluaciones inicial y final aplicadas a los grupos de referencia y control.

En esta fase se analizará de manera detallada la información recolectada durante la aplicación de la estrategia pedagógica y didáctica propuesta. Una vez evaluada la estrategia, se concluirá.

4.Resultados y Análisis

4.1 Fase preliminar

En esta fase preliminar, se hizo la socialización de la metodología de la estrategia a seguir, ante el estudiantado del grupo experimental y ante la comunidad docente. Se aplicó tanto la encuesta sociodemográfica como la evaluación de saberes previos.

4.1.1 Resultados de la aplicación de la encuesta sociodemográfica

Los resultados de la aplicación de la encuesta sociodemográfica se presentan en la tabla 4.1. Revela que las edades de los estudiantes del grupo experimental se encuentran entre 14 y 16 años.

Es un grupo conformado por 18 mujeres y 16 hombres. Se observa también que más del 50% de los estudiantes conviven con sólo uno de sus padres e incluso el 5.9% (2), sólo están a cargo de abuelos u otros parientes

El nivel de ingreso familiar se encuentra entre 1 y 2 salarios mínimos, en el 50% de los hogares. El 47.1% (16), de los padres “jefes de hogar”, son trabajadores independientes y el 41.2% (14), son empleados.

32 Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria

Tabla 4-1: Resultados de la encuesta sociodemográfica (anexo B), aplicada al grupo experimental

Pregunta	Resultados (expresados en porcentaje %)			
	Número de estudiantes (34)			
Con quién convives	Con ambos padres 44.1 (15)	Solo uno de sus padres 50(17)	Con abuelos o parientes, pero sin sus padres 5.9(2)	
Ocupación del jefe del hogar	Empleado 41.2(14)	Trabajador independiente 47.1(16)	Desempleado 2.9(1)	Pensionado 8.8(3)
Nivel de escolaridad de la madre	Básica primaria 5.8(2)	Secundaria incompleta 58.8(20)	Bachiller 35.4(12)	Tecnológico/profesional 0
Nivel de escolaridad del padre	Básica primaria 0	Secundaria incompleta 50(17)	Bachiller 38.2(13)	Tecnológico/profesional 11.8(4)
Donde realiza consultas	Libros en casa/biblioteca 5.8(2)	Biblioteca virtual 0	La web 32.5(11)	Libros y la web 61.7(21)
Realiza actividad no escolar en tiempo libre	Quehaceres en casa 50(17)	Actividad artística/deportiva 8.8(3)	Redes sociales 35.4 (12)	Videojuegos 5.8(2)
Estimativo de ingreso familiar	Menos de 1 salario mínimo 5.8(2)	Salario mínimo 44.1(15)	Entre 1 y 2 salarios mínimos 50(17)	Más de 2 salarios mínimos 0
Dificultades disciplinarias	No 64.6(22)		Si 35.4(12)	
Edad	14 años 11.8(4)	15 años 47.0(16)	16 años 41.2(16)	
Sexo	Femenino 52.9 (18)		Masculino 47.1 (16)	

En cuanto a la escolaridad de los padres de familia, es importante anotar que el 54.4% de ellos no han completado su bachillerato. Llama la atención que la totalidad de las madres carecen de formación profesional o tecnológica y que tan solo el 11.8% (4) de los padres han alcanzado este nivel de escolaridad. No se presenta analfabetismo.

El 61.75% de los estudiantes utilizan tanto textos como la Web para realizar sus consultas académicas. Sólo el 5.85% (2), consulta sólo libros. No utilizan las bibliotecas virtuales. La mayoría ocupa el tiempo libre en quehaceres del hogar (50%) o en redes sociales (35.4%) y sólo el 8.8% (3), se dedican a alguna actividad escolar o deportiva.

El 35.4% (12 estudiantes), incurrieron en faltas disciplinarias tales como interrupción de las clases, agresiones verbales, evasión de clase. Estas faltas han cursado con diferentes maestros, sin embargo no hay registro de haber incurrido en lesiones personales, ni uso de armas.

Se presenta un caso de consumo de sustancias psicoactivas y es reportado con el servicio de psicología. En general, los estudiantes establecen relaciones respetuosas y de buen trato con sus maestros y se muestran dispuestos a realizar las actividades propuestas. La comunidad de padres de familia, en su mayoría acuden a los llamados que hace la institución, por faltas disciplinarias o bajo rendimiento académico. Determinación de la homogeneidad de los grupos de referencia y control.

4.1.2 Determinación de la homogeneidad de los grupos experimental y control

La determinación de la homogeneidad de los grupos experimental y control, se determina con base en los valores de las medias obtenidas en el porcentaje de aciertos obtenidos en la aplicación prueba inicial diagnóstica (saberes previos). La Tabla 4.2 muestra los resultados.

Tabla 4-2: Promedios obtenidos en la prueba inicial para los grupos experimental y control

Grupo	N° de preguntas	Media (porcentaje de aciertos)
Control	43	56.3
experimental	43	54.6
Media entre ambos grupos		$\bar{x} = 55.44$

El promedio de porcentajes de aciertos para ambos grupos tanto de referencia como control es similar, con lo cual se constata que son homogéneos en sus conocimientos iniciales.

4.1.3 Evaluación de saberes previos de los estudiantes

De acuerdo con Cubero (1995), los “saberes previos” con los cuales llegan los estudiantes al aula, en este caso sobre localización, transmisión y cambios en la información hereditaria, se han construido a través de sus experiencias con el medio social, familiar, medios de comunicación y aún en sus experiencias escolares.

En estos grupos en particular, ya en el grado octavo se había manejado contenidos sobre la molécula de ADN, síntesis de proteínas y aún sobre reproducción tanto sexual como asexual. 0

La autora considera que llamarlos “saberes previos”, contribuye a ir asignándoles la importancia que merecen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Se aplican las evaluaciones tanto inicial como final a los grupos experimental y control. Aunque el test de saberes previos (anexo A) sólo tiene enumeradas 7 preguntas, hay dos cuadros de los cuales se desprenden 38 cuestiones que hay que valorar de forma individual y por tanto resultan en total 43 preguntas.

Las tablas 4.3 y 4.4 muestran los porcentajes de acierto obtenidos en las pruebas inicial y final para los grupos control y experimental.

Tabla 4-3: Porcentaje de aciertos en pruebas inicial y final para grupo control. Programa de estadística SAS

	Descripción de preguntas (ver anexo A)	% aciertos Pretest	% aciertos pos test	% de avance
Pregunta N° 1	1 ¿tienen células los árboles?	80.6	96.8	16,2
	2 ¿tienen células los mamíferos?	96.8	100	3,2
	3 ¿tienen células los helechos?	51.6	90.3	38,7
	4 ¿tienen células los hongos?	71.0	64.5	-6,5
	5 ¿tienen células las bacterias?	61.2	51.6	-9,6
	6 ¿tienen células los insectos?	96.8	96.8	0
	7 ¿tienen cromosomas los árboles?	71.0	77.4	6,4
	8 ¿tienen cromosomas los mamíferos?	93.5	93.5	0
	9 ¿tienen cromosomas los helechos?	32.3	67.7	35,4
	10 ¿tienen cromosomas los hongos?	48.4	77.4	29
	11 ¿tienen cromosomas las bacterias?	38.7	77.4	38,7
	12 ¿tienen cromosomas los insectos?	77.4	87.1	9,7
	13 ¿tienen información genética los árboles?	45.6	67.7	22,1
	14 ¿tienen información genética los mamíferos?	90.3	93.5	3,2
	15 ¿tienen información genética los helechos?	25.8	61.2	35,4
	16 ¿tienen información genética los hongos?	41.9	48.4	6,5
	17 ¿tienen información genética las bacterias?	48.4	41.9	-6,5
	18 ¿tienen información genética los insectos?	90.2	77.4	-12,8
Pregunta N° 2	19 ¿tiene información hereditaria una c. mus...?	38.7	32.3	-6,4
	20 ¿tiene información hereditaria un leucocito?	45.6	32.3	-13,3
	21 ¿tiene información hereditaria un espermt...?	83.9	93.5	9,6
	22 ¿tiene información hereditaria un óvulo?	87.1	100	12,9
	23 ¿tiene información hereditaria una neurona?	19.4	38.7	19,3
	24 ¿tiene cromosomas una célula muscular?	64.5	77.4	12,9
	25 ¿tiene cromosomas un leucocito?	41.9	77.4	35,5
	26 ¿tiene cromosomas un espermatozoide?	71.0	93.5	22,5
	27 ¿tiene cromosomas un óvulo?	58.1	96.8	38,7
	28 ¿tiene cromosomas una neurona?	41.9	54.8	12,9
	29 ¿tiene genes una célula muscular?	9.7	29.0	19,3
	30 ¿tiene genes un leucocito?	16.1	12.9	-3,2
	31 ¿tiene genes un espermatozoide?	83.9	87.1	3,2
	32 ¿tiene genes un óvulo?	96.8	93.5	-3,3
	33 ¿tiene genes una neurona?	8.8	22.5	22,4
34 ¿tienen cromosomas sexuales las c. mus...?	35.5	25.8	-9,7	
35 ¿tienen cromosomas sexuales los leucocitos?	45.6	38.7	-6,9	
36 ¿tienen cromosomas sexuales los esperm...?	83.9	83.9	0	
37 ¿tienen cromosomas sexuales los óvulos?	61.2	80.6	19,4	
38 ¿tienen cromosomas sexuales las neuronas?	25.8	29.0	3,2	
Pregunta N° 3	39 Las células humanas son muy distintas ...	9.7	19.4	9,7
Pregunta N° 4	40 He elegido una de estas respuestas...	48.4	25.8	-22,6
Pregunta N° 5	41 Una pareja tiene dos hijos de 14 y 16...	83.9	71.0	-12,9
Pregunta N° 6	42 Una pareja en la que el color de los ojos...	12.9	9.7	-3,2
Pregunta N° 7	43 He elegido una de estas respuestas porque..	19.4	51.6	32,2

Tabla 4-4: Porcentaje de aciertos en pruebas inicial y final para grupo experimental. Programa de estadística SAS

	Descripción de preguntas (ver anexo A)	% aciertos Pretest	% aciertos pos test	% de avance
Pregunta N° 1	1 ¿tienen células los árboles?	79.4	97.1	17.7
	2 ¿tienen células los mamíferos?	100	94.1	-5,9
	3 ¿tienen células los helechos?	73.5	76.5	3
	4 ¿tienen células los hongos?	85.3	85.3	0
	5 ¿tienen células las bacterias?	55.9	67.6	11,7
	6 ¿tienen células los insectos?	97.1	85.3	-11,8
	7 ¿tienen cromosomas los árboles?	82.4	94.2	11,8
	8 ¿tienen cromosomas los mamíferos?	85.3	97.1	11,8
	9 ¿tienen cromosomas los helechos?	64.7	67.6	2,9
	10 ¿tienen cromosomas los hongos?	17.0	73.5	23,5
	11 ¿tienen cromosomas las bacterias?	41.2	58.8	17,6
	12 ¿tienen cromosomas los insectos?	94.2	88.2	-6
	13 ¿tienen información genética los árboles?	52.9	79.4	26,5
	14 ¿tienen información genética los mamíferos?	91.2	94.2	3
	15 ¿tienen información genética los helechos?	26.5	52.9	26,4
	16 ¿tienen información genética los hongos?	47.1	52.9	5,8
	17 ¿tienen información genética las bacterias?	32.4	55.7	23,3
	18 ¿tienen información genética los insectos?	91.2	91.2	0
Pregunta N° 2	19 ¿tiene información hereditaria una c. mus...?	52.9	50.0	-2,9
	20 ¿tiene información hereditaria un leucocito?	26.7	67.6	40,9
	21 ¿tiene información hereditaria un esperm...?	91.	94.2	3
	22 ¿tiene información hereditaria un óvulo?	97.1	82.4	14,7
	23 ¿tiene información hereditaria una neurona?	29.4	55.7	26,3
	24 ¿tiene cromosomas una célula muscular?	70.6	64.7	-5,9
	25 ¿tiene cromosomas un leucocito?	32.4	85.3	52,9
	26 ¿tiene cromosomas un espermatozoide?	85.3	88.2	2,9
	27 ¿tiene cromosomas un óvulo?	91.2	85.3	-5,9
	28 ¿tiene cromosomas una neurona?	35.3	64.7	29,4
	29 ¿tiene genes una célula muscular?	23.5	32.5	9
	30 ¿tiene genes un leucocito?	8.6	35.3	26,7
	31 ¿tiene genes un espermatozoide?	82.4	97.1	14,7
	32 ¿tiene genes un óvulo?	91.2	85.3	-5,9
	33 ¿tiene genes una neurona?	8.8	23.5	14,7
	34 ¿tienen cromosomas sexuales las c. mus...?	32.4	64.7	32,3
	35 ¿tienen cromosomas sexuales los leucocitos?	11.8	79.4	67,6
	36 ¿tienen cromosomas sexuales los esperm...?	91.2	91.2	0
	37 ¿tienen cromosomas sexuales los óvulos?	82.4	85.3	2,9
	38 ¿tienen cromosomas sexuales las neuronas?	17.6	64.7	47,1
Pregunta N° 3	39 Las células humanas son muy distintas ...	41.2	47.1	5,9
Pregunta N° 4	40 He elegido una de estas respuestas...	11.8	64.5	52,7
Pregunta N° 5	41 Una pareja tiene dos hijos de 14 y 16...	23.5	91.	67,1
Pregunta N° 6	42 Una pareja en la que el color de los ojos...	14.7	26.5	11,8
Pregunta N° 7	43 He elegido una de estas respuestas porque..	17.6	76.5	58,9

Es importante conocer qué preguntas tuvieron altos, intermedios y bajos porcentajes en la prueba inicial. El promedio de los aciertos obtenidos entre ambos grupos, para esta prueba inicial corresponde a 55.44%.

- **Porcentaje de aciertos altos en prueba inicial:** comprende preguntas que indagan por la localización de la información hereditaria.

Acerca de la indagación sobre la localización de la información hereditaria en los seres vivos se observa que hay un alto acierto en lo que concierne a aquellos seres vivos considerados como “macro, sobre todo del reino animal. Hay gran dificultad para considerar los microorganismos, sobre todo las bacterias, aún como seres vivos. Estas concepciones persisten al tratar de asociarlos con los cromosomas, genes e información hereditaria. También hay diferencias entre las concepciones acerca de la información genética en plantas y animales. Sólo cerca del 50% consideran que los árboles puedan contener información genética, aunque más del 90% creen que tienen cromosomas. Llama la atención el desconocimiento acerca de la identificación de los “helechos” como un grupo de plantas. Esta situación persiste frente a las consideraciones sobre si tienen o no información hereditaria. En la tabla 4.5, se muestran los porcentajes de acierto promedio obtenidos.

Tabla 4-5: Porcentaje de aciertos a preguntas sobre la localización de la información hereditaria en algunos seres vivos.

	¿Tienen células? % de aciertos	¿Tienen cromosomas? % de aciertos	¿Contienen información genética? % de aciertos
Arboles	80.0	96.7	49.3
Mamíferos	98.4	89.4	90.8
Helechos	62.6	48.6	26.2
Hongos	78.2	32.7	44.5
Bacterias	58.6	40.0	4.0
Insectos	96.95	85.8	90.7

En el caso de los hongos, aunque en su mayoría consideran que están formados por células, cuesta establecer la relación con cromosomas o información genética. Otras preguntas de alto acierto, corresponden a la consideración de que las células sexuales portan información hereditaria, cromosomas y genes. Más del 80% consideran que la información hereditaria se encuentra en las células sexuales, óvulos y espermatozoides. La tabla 4.6, muestra la relación entre diferentes células humanas y su relación con la información hereditaria.

Tabla 4-6: Porcentaje de aciertos acerca de la información hereditaria en algunas células humanas.

Tipo de célula	Tienen información hereditaria % de aciertos	Tienen Cromosomas % de aciertos	Tienen genes % de aciertos	Tienen cromosomas sexuales % de aciertos
Célula muscular	45.8	67.6	34.0	16.6
Leucocito	36.2	37.2	28.7	12.4
Espermatozoide	87.6	78.2	87.6	83.2
Ovulo	92.1	74.6	71.8	94.0
Neurona	24.4	38.6	21.7	8.8

En un nivel intermedio de acierto se encuentran aquellas preguntas que indagan por la localización de la información hereditaria en plantas y microorganismos y en células somáticas.

En cuanto a las preguntas que tuvieron bajo porcentaje de acierto se observa que menos del 50% de los estudiantes consideran que estas células “somáticas” puedan contener información hereditaria, cromosomas y por tanto genes. De manera especial consideran muy poco probable (38.6% aciertan) que una neurona contenga cromosomas o genes (21.7%).

De otra parte se piensa que los cromosomas sexuales sólo se encuentran en las células sexuales. Menos del 20% consideran que las células musculares, los glóbulos blancos y las neuronas posean cromosomas sexuales. En cuanto al cuestionamiento acerca de la

razón por la cual las células de un mismo organismo presentan diferentes formas, sólo el 30.1% consideran que aunque sean diferentes, puedan llevar la misma información hereditaria. Está muy arraigada la concepción de que solo las células sexuales transmiten información hereditaria.

Acerca de la herencia de los caracteres, el 53.7% de los estudiantes consideran que aunque un hijo se parezca a uno de sus padres, lleva información genética tanto del padre como de la madre, sin embargo consideran poco probable que se exprese en el físico de un hijo, una información genética que no se aprecia en el aspecto físico de sus padres.

Sólo el 13.8% de los estudiantes lo consideran como probable. Pueden pensar que hay genes heredados de los abuelos, pero más del 60% de los estudiantes, desconocen cómo se transmiten los rasgos hereditarios.

También, llama la atención que el 20% de los estudiantes, y para este nivel de educación básica, aun no logre considerar a las plantas de las plantas como seres vivos. Una posible respuesta a esta situación, es que los maestros mismos, cuando hacen sus exposiciones sólo se refieran a los seres humanos o incluso a otros mamíferos que les resultan cercanos y se olvide de introducir permanentemente el concepto de ser vivo, extendido a las demás especies tanto vegetales como de microorganismos.

De otra parte, hay un bajo porcentaje de aciertos frente a la pregunta que indaga por la expresión de los genes. La mayoría piensan que toda la información genética se expresa en el fenotipo, y sólo en raras ocasiones podría “aparecer una característica” que no se aprecia en el aspecto “físico” del individuo.

Surge la necesidad de organizar estos resultados obtenidos en cuanto a cuáles son las necesidades de aprendizaje o aspectos en los cuales se requiere profundizar para reestructurar los conceptos.

La Tabla 4.7, muestra las diferentes necesidades de aprendizaje a partir de la evaluación de los saberes previos de los estudiantes.

Tabla 4-7: Diagnóstico de las necesidades de aprendizaje

Ámbitos de aprendizaje	Objetivos de aprendizaje (Conceptos que deben comprender los estudiantes)
Organización celular	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos los seres vivos están formados por células; en los núcleos de las células se encuentran el ADN. El ADN forma cromosomas. En los cromosomas se encuentran los genes. Concepto de lo que significa un gen. ▪ Los genes son responsables de la herencia biológica.
Células, cromosomas y herencia biológica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En los seres vivos (en particular, en animales y plantas) existen células somáticas y células reproductoras o gametos. Todas las células somáticas de un organismo se forman por mitosis, a partir de un cigoto. ▪ Las células producidas por mitosis reciben la información cromosómica completa de la célula madre; por tanto todas las células de un organismo (a excepción de los gametos) son diploides y tienen la misma información hereditaria. ▪ Los gametos, que son haploides, se producen por meiosis en los órganos reproductores a partir de células diploides. Los gametos haploides que se producen en la meiosis son genéticamente diferentes; como consecuencia de ello, la unión de un gameto masculino y otro femenino produce cigotos diploides, también genéticamente diferentes ▪ En las células de organismos diploides los cromosomas se encuentran agrupados por parejas (cromosomas homólogos). Cada miembro del par procede de cada uno de los progenitores ▪ Los pares de cromosomas pueden ser autosómicos y sexuales ▪ Cada especie tiene un número determinado de cromosomas y todos los individuos de la misma especie tienen igual número de cromosomas. ▪ Los genes, estructuras responsables de la herencia biológica, se encuentran en los cromosomas ▪ Los genes están constituidos por ADN ▪ Todas las células somáticas de un organismo llevan el mismo material genético, aunque desempeñen distintas funciones.
Herencia y genes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El conjunto de genes de un individuo constituye su genotipo ▪ Los genes pueden presentar formas alternas: alelos ▪ Cada alelo se encuentra en uno de los cromosomas homólogos ▪ Para un determinado gen, los organismos pueden ser homocigotos o heterocigotos ▪ La interacción entre los genes de un organismo responde a relaciones de dominancia, codominancia o dominancia incompleta.

Adaptación de cuadro presentado en "alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria", Ayuso y Banet. Enseñanza de la ciencias, 2002. P 141.

4.2 Fase experimental

Los estudiantes se mostraron bastantes interesados en la temática de la película. **GATTACA**. Se abrió la discusión de las principales situaciones que llamaron su atención y desde ahí fue posible construir los siguientes problemas de tipo abierto, con las cuales se llevó a cabo la estrategia de intervención en el aula:

4.2.1 Planteamiento de situaciones problema

- Situación problema 1

¿Qué tiene la sangre, que hace posible que se pueda identificar a una persona?

- Situación problema 2

¿Cuando un hijo se parece mucho a uno de sus padres es porque su información genética es muy parecida a la de ese padre?

- Situación problema 3

¿Si una persona es de un determinado grupo sanguíneo (O, A, B), todos sus hijos deben tener ese mismo tipo de grupo sanguíneo?

Estos problemas de tipo “abierto”, resultan diferentes a los clásicos problemas de representaciones en el cuadro de Punnett, planteados en la enseñanza de la genética y que no necesariamente conllevan la comprensión de los conceptos inherentes a su aprendizaje.

Para la resolución de este tipo de problemas se requiere de una serie de actividades que se van encadenando hasta obtener finalmente la respuesta más acertada, o incluso a generar nuevas situaciones problemas. De acuerdo con Perales (1998), cuando hablamos de problema, nos estamos refiriendo a “cualquier situación prevista o espontánea que

produce por un lado, un cierto grado de incertidumbre y, por el otro, una conducta tendiente a la búsqueda de su solución”.

Aunque quizás lo ideal hubiera sido que cada grupo trabajara con una situación problema diferente, el tiempo disponible para el desarrollo de las actividades correspondientes a esta estrategia didáctica y pedagógica, es de solo escasos tres meses, razón por la cual la totalidad de los grupos trabajan sobre la misma situación problema.

De otra parte, el trabajo es de tipo colaborativo, sus integrantes participan activamente y aportan sus ideas para contribuir con la creatividad que conlleva el trabajo, y en este caso particular, aproximarse a la solución del problema propuesto.

Este tipo de trabajo requiere responsabilidad, disciplina y mucho respeto entre pares para que funcionen con éxito. Aunque surgen dificultades en cuanto a aceptación de algunas actitudes de sus compañeros, es importante estar en continua retroalimentación de las fortalezas que deben tener para cumplir con los objetivos propuestos.

4.2.2 Desarrollo de actividades para resolver las situaciones problema

La tabla 4.8 muestra las diferentes hipótesis planteadas por los grupos de estudiantes ante la pregunta ¿qué tiene la sangre que hace posible que se pueda identificar a una persona?

Tabla 4-8: Hipótesis formuladas por los grupos ante la pregunta ¿qué tiene la sangre que hace posible que se pueda identificar a una persona?

Hipótesis	Grupo de estudiantes que la formulan
La sangre contiene ADN	5
El ADN recorre todo el cuerpo por medio de la sangre	2
Los glóbulos rojos transportan el ADN	1
Total	8

Con base en estas hipótesis, se encuentra que aunque los estudiantes en su mayoría pueden pensar que la solución del problema está en el ADN, persisten dificultades para localizarlo adecuadamente en los organismos. Hay una tendencia a pensar que sólo hay ADN en la sangre o que la molécula de ADN “viaja” por la sangre.

También es frecuente la asociación entre sangre y glóbulos rojos, pero no se tienen en cuenta los demás elementos celulares de este tejido. También se orienta al estudiantado en cuanto al uso de fuentes de información en la Web, ya que más del 60% de los estudiantes utilizan este medio como fuente de información. Se trata de evitar que recojan datos de aquellas páginas que son poco confiables, o que proveen respuestas incompletas. Se recomienda además elaborar un mapa conceptual de la información, para relacionar los conceptos y facilitar el aprendizaje.

Cada estudiante realiza su consulta de manera individual y aprovecha el momento de puesta en común para hacer síntesis de lo expuesto o hacer correcciones si es necesario. El cuaderno de registro de apuntes es útil para llevar una secuencia de las actividades y favorecer el aprendizaje.

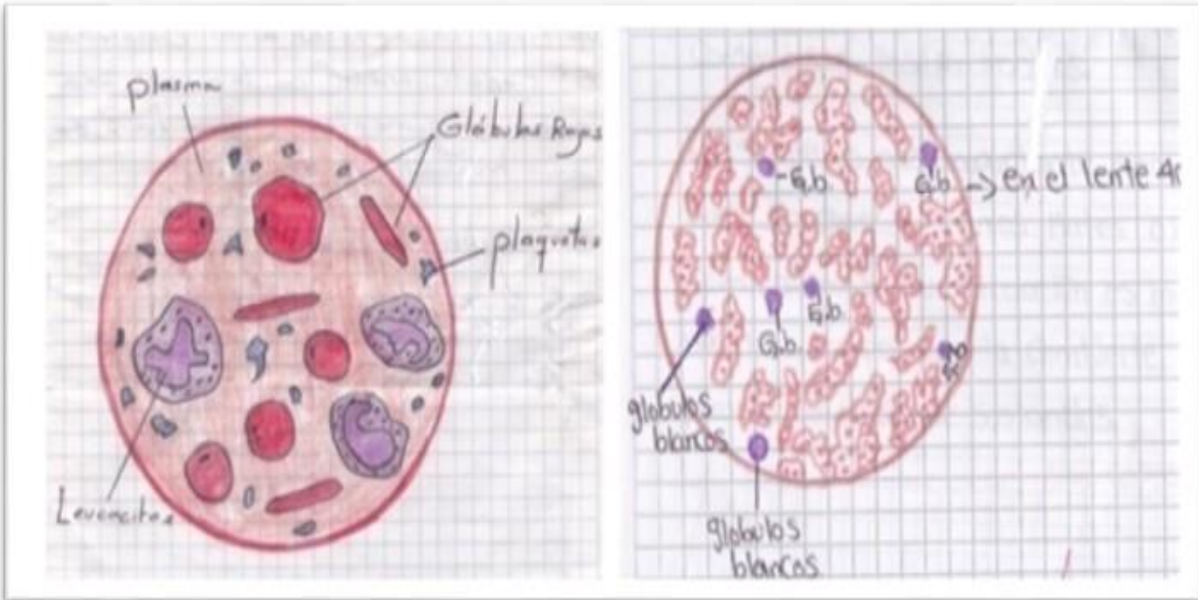
La práctica de laboratorio “**¿y dónde está el ADN?**”, (ver anexo D), sobre observación al microscopio de células sanguíneas, previamente teñidas, tiene como propósito identificar los núcleos celulares de los glóbulos blancos o leucocitos, ya que tanto los glóbulos rojos como las plaquetas, sólo poseen núcleo cuando se encuentran en la médula ósea y lo pierden cuando circulan en sangre periférica.

Incluso las plaquetas se observan sólo como fragmentos celulares. Los estudiantes tienen la oportunidad de identificar la cromatina, que se tiñe fuertemente con el colorante, en este caso, el colorante de Wright (de color violeta).

Durante esta serie de actividades, el trabajo de laboratorio les resulta sumamente significativo ya que se sienten partícipes del trabajo en ciencias. Opinan que “cambia mucho” la clase y muestran mucho más compromiso con la labor asignada. El trabajo de representación de las observaciones, requiere mucho más atención porque deben precisar detalles y por supuesto que observar con diferentes objetivos de aumento 10X, 40X y

100X, introduce emoción y expectativa al proceso. Las siguientes son algunas de las observaciones de muestras de sangre presentadas.

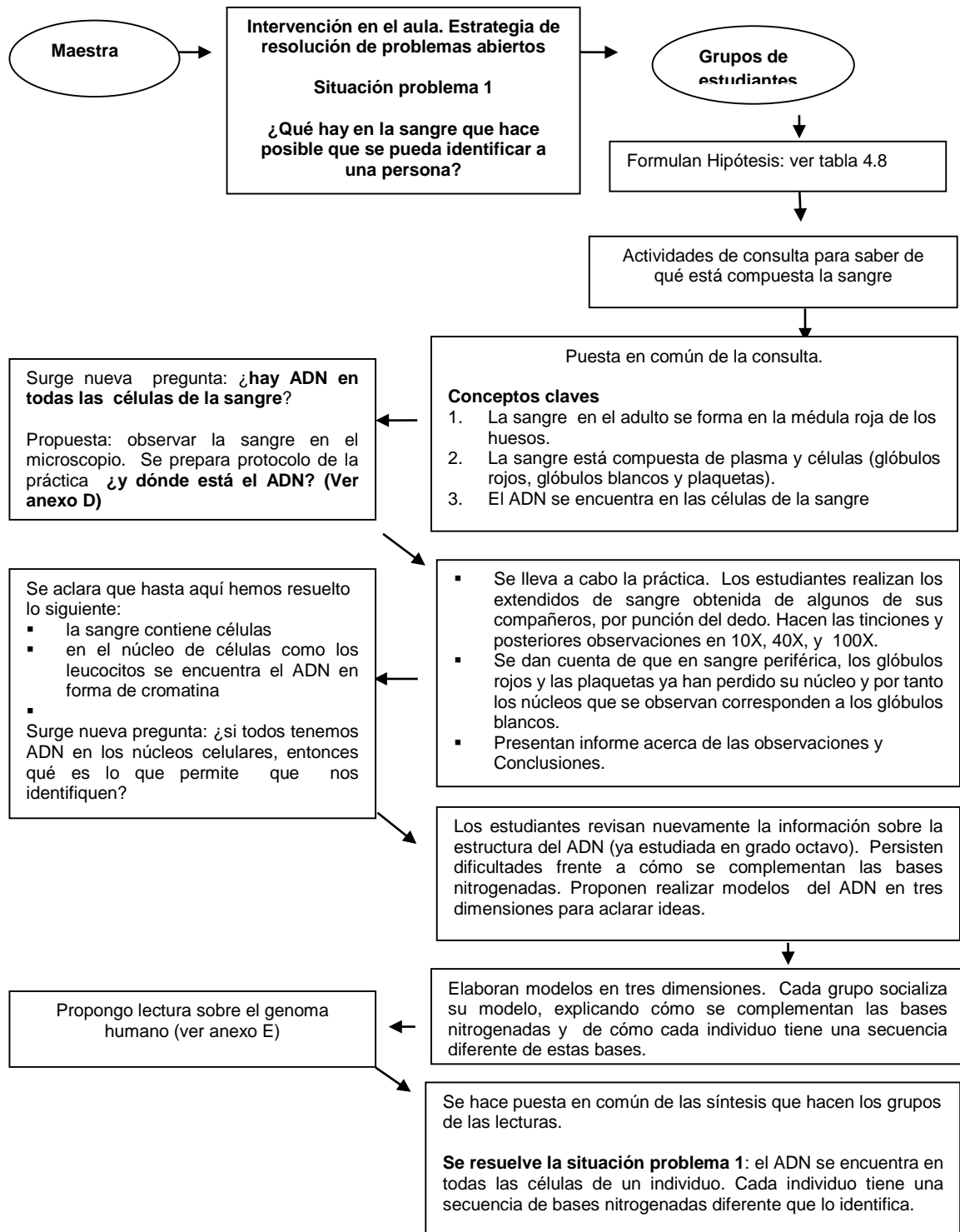
Figura 4-1: Representaciones de observaciones de muestras de sangre



Una de las dificultades que presenta la enseñanza de la genética, tiene que ver con la poca posibilidad de hacer trabajo práctico, por tratarse en sí, de conocimiento a nivel celular. En este laboratorio ha sido posible no sólo la identificación de células sanguíneas, sino también del ADN en forma de cromatina.

La Figura 4.2 Secuencia de trabajo llevada a cabo para intentar resolver la situación Problema 1.

Figura 4-2: Secuencia de trabajo con grupo experimental Situación problema 1



También “el hacer”, como en el caso de la elaboración de modelos de ADN en tres dimensiones, facilita la memorización de la forma como se complementan las bases nitrogenadas y facilita la comprensión del proceso de replicación.

Figura 4-3: Trabajo de experimentación y elaboración de modelos de la molécula de ADN en tres dimensiones.



De otra parte, la intervención oportuna de la maestra mediante una clase magistral, es necesaria para aclarar ideas y revisar conceptos. Aquí es preciso aclarar que:

- Todos los seres vivos están formados por células.
- Todas las células de un organismo (somáticas) poseen molécula de ADN.
- Aunque desempeñen funciones diferentes, todas las células de un organismo (a excepción de los gametos) son diploides y tienen la misma información hereditaria.
- En el ADN se encuentra la información genética

Al ir organizando todos los elementos con los cuales se ha trabajado, efectivamente es más sencillo llegar a una conclusión y por tanto aproximarse a la resolución de la situación problema que en este caso corresponde a: “el ADN se encuentra en todas las células de un individuo. Cada individuo tiene en su ADN una secuencia de bases nitrogenadas única que lo identifica”. Aunque esta tecnología de lectura de las secuencias de bases

nitrogenadas en los organismos aún es de difícil acceso, queda claro que existen instrumentos que lo hacen. Se les comenta que a nivel regional, en la universidad Nacional (sede Palmira) y en la Universidad del Valle, ya se trabaja con estas tecnologías en programas de investigación. La lectura sobre el Genoma Humano también contribuye a hacer precisión sobre estos conceptos.

Se continúa con la siguiente situación problema planteada y nuevamente se formulan las hipótesis acerca de la posible solución a la pregunta: **¿Cuando un hijo se parece mucho a uno de sus padres es porque su información genética es parecida a la de ese padre?** Nuevamente se continúa con la metodología de formular hipótesis acerca de la posible solución a la pregunta. El siguiente cuadro muestra las hipótesis presentadas:

Tabla 4-9: Hipótesis formuladas ante la pregunta ¿Cuándo un hijo se parece mucho a uno de sus padres, es porque su información genética es muy parecida a la de ese padre?

Hipótesis formuladas para pregunta N° 2	grupos de estudiantes que las formulan
Sí, porque seguro heredó toda la información genética de ese padre	4
Sí porque en ese caso dominó más la de ese padre	4
Total	8

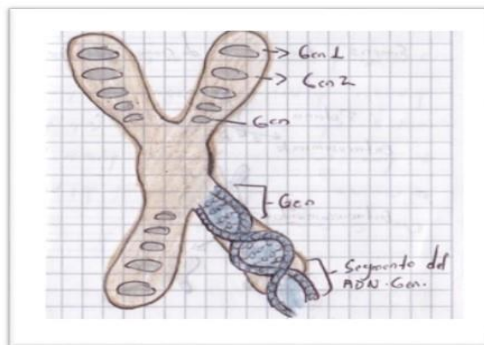
La solución de esta pregunta abierta implica ir avanzando en los conceptos necesarios para la comprensión de la genética y la herencia de caracteres. Esta temática le resulta bastante interesante al estudiantado. También, hay que decirlo, en ocasiones surgen apreciaciones de los jóvenes que no dejan de ser conmovedoras, tales como: “dicen que yo me parezco es a mi papá, pero como no lo conozco...”, o “lo mataron cuando yo estaba muy chiquita...”. De acuerdo con la encuesta sociodemográfica, el 55.9% de los estudiantes viven con sólo uno de sus padres y es inevitable que aparezca en estos momentos alguna sombra de dolor por este tipo de situaciones.

Se observa también que es preciso estar retomando los contenidos ya vistos con anterioridad porque han quedado grandes vacíos que interfieren con la comprensión de los temas actuales. La comprensión de las temáticas de meiosis y síntesis de proteínas es

necesaria para avanzar con mayor éxito. Es cierto también que aunque no todos los estudiantes logran ir secuenciando todos estos conceptos para armar un todo, el trabajo colaborativo, la discusión, planteamiento de argumentos, favorecen significativamente su aprendizaje. La comprensión de la genética requiere mucha abstracción o lo que según Piaget (1975) corresponde al pensamiento hipotético deductivo. Se observan muchas dificultades en cuanto a la comprensión lectora y aún en la forma de escribir. Tampoco les resulta fácil a algunos estudiantes, introducir términos propios de la ciencia a la hora de argumentar. La comunicación, igualmente se ve entorpecida por sentimientos de inseguridad, autoconcepto empobrecido y “vergüenza” sobre todo de los chicos para hablar enfrente de las niñas. Son muchas las situaciones que afloran en el momento de expresar lo que piensan y que interfieren de manera significativa con el proceso de verbalización.

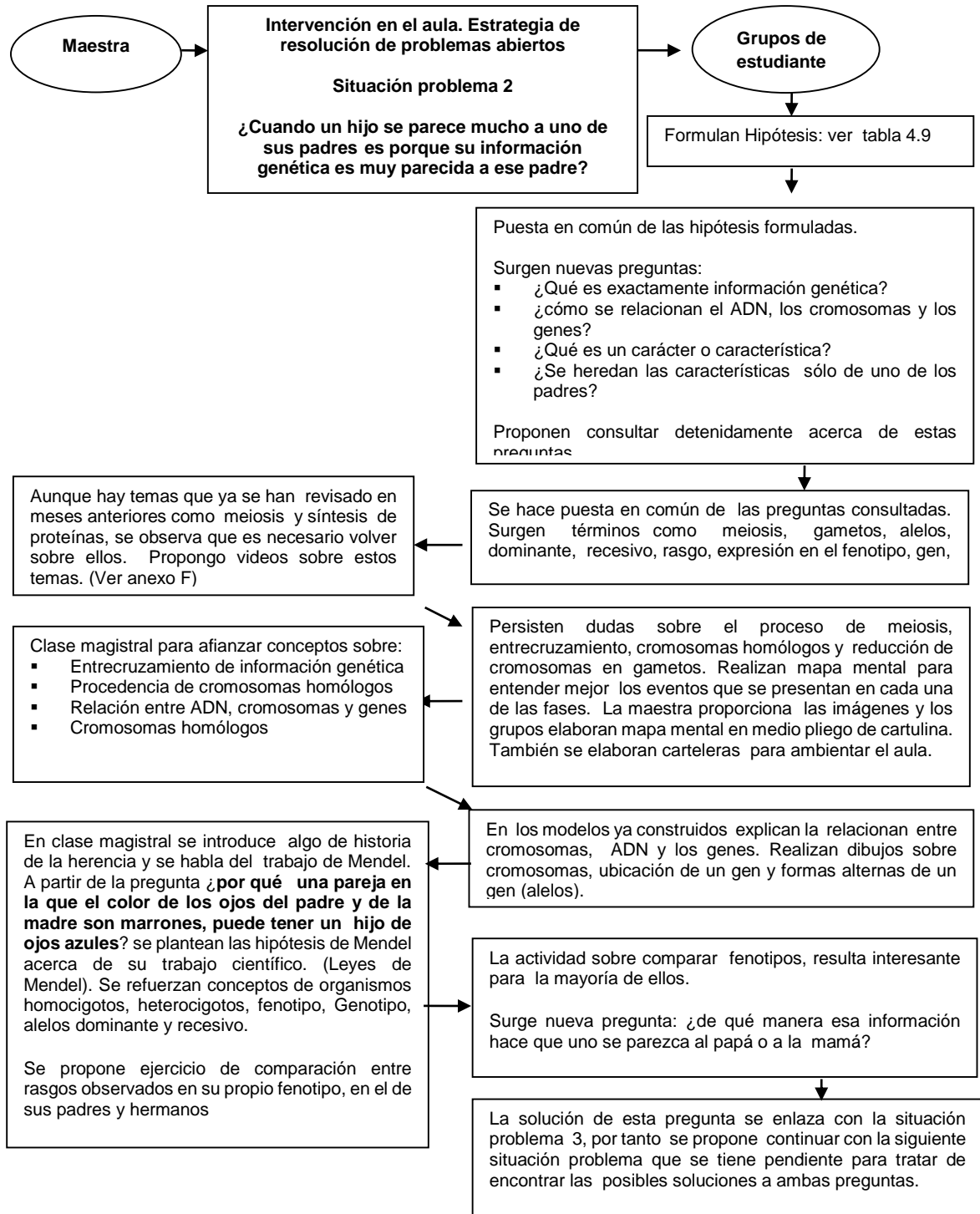
De otra parte ha resultado bastante significativo para los grupos, identificar en los modelos sobre cromosomas, la relación entre ADN, cromosomas y genes. Una concepción muy generalizada es que ADN y cromosomas son dos elementos diferentes. La mayoría de los estudiantes reconocen el modelo de cromosoma, pero les cuesta entender cómo la molécula de ADN, se condensa de tal manera que se pueden formar “cromosomas”. La figura 4.3 muestra uno de los dibujos que expresa esta relación.

Figura 4-4: Representación de la relación entre ADN, cromosoma y Gen



Se observa que aún hay muchas dudas, en los grupos y es cierto que aún no encuentran argumentos que puedan explicar a satisfacción la situación problema que se viene trabajando. La Figura 4.5 muestra la secuencia de trabajo para la situación problema 2.

Figura 4-5: Secuencia de trabajo con grupo de experimental Situación problema 2



En la tercera situación problema, hay elementos que pueden ayudar a “aterrizar” muchas de las ideas que les dan vueltas en la cabeza, sin ninguna concreción para abordar adecuadamente la resolución de la situación problema 2. Se inician argumentaciones que introducen graves errores conceptuales y evidencian que persisten concepciones que impiden el cambio conceptual.

Entender cómo se reparte los genes durante la meiosis y que estos se expresan en proteínas, también constituye un gran obstáculo para la comprensión de la herencia de los rasgos. Por tanto, hay que retomar una y otra vez este proceso de síntesis de proteínas, trabajarlo y discutirlo. Hacerlo mucho más gráfico, mediante la presentación de videos. Ver anexo F. El ejercicio de comparación de fenotipos, también favorece el intercambio de ideas y les parece agradable. Es importante precisar que “las características de un organismo, incluso su aspecto interno su comportamiento, sus enzimas digestivas, su tipo sanguíneo y cualquier otra característica observable o susceptible de medición, constituyen el **fenotipo**. Audesirk et al (2003)¹⁴

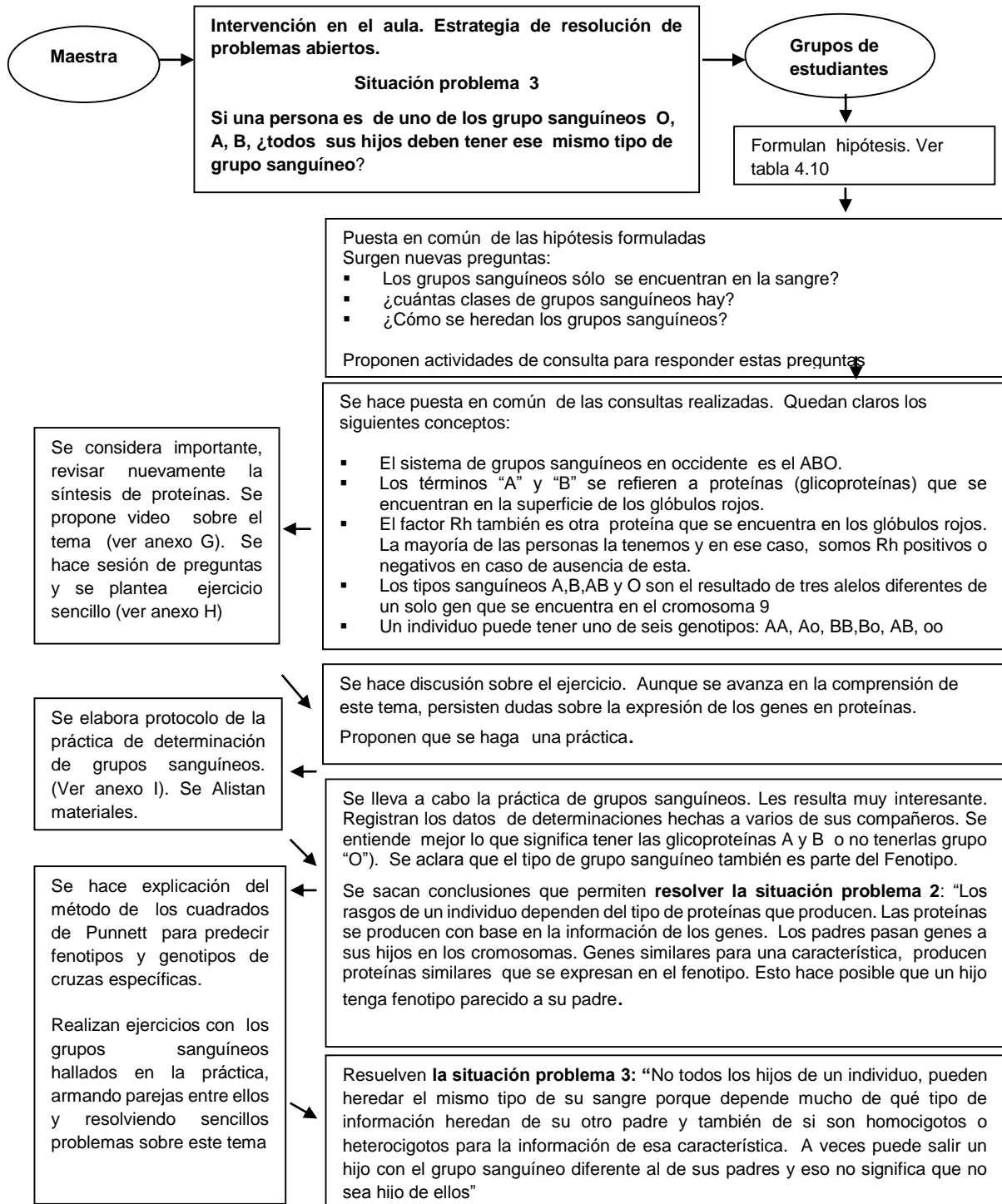
Figura 4-6: Comparaciones de Fenotipo entre sus familiares

RASGO	YO	HERMANO	MADRE	PADRE
Color de ojos	Cafés	Cafés	Cafés	Cafés
Color de cabello	Castaño claro	castaño oscuro	negro	negro
Estatura	Media	Media	Baja	Media
Color de piel	Blanca	Blanca	Blanca	Trigueño
Maneja los bigotes	NO	NO	NO	NO
Labial en abigarrado	SI	SI	SI	SI
Pecas	NO	NO	NO	NO
Dedo meñique	en V	en V	en V	en V
Tipo de cabello	Lacio	Ondulado	Lacio	Ondulado
Nariz	Grande	Pequeña	Pequeña	grande
Otros				

La Figura 4.7, corresponde a la secuencia de trabajo para la situación problema 3.

¹⁴ AUDESIRK, T. AUDESIRK G. BYERS, B. La vida en la tierra. Pearson educación, México. Sexta edición.2003.

Figura 4-7: Secuencia de trabajo con grupo experimental Situación problema 3



Esta situación problema resulta muy interesante, porque es posible implementar una práctica, y este "hacer" siempre resulta muy significativo para el estudiantado. Se sacan conclusiones que permiten resolver la situación problema 2: "Los rasgos de un individuo

dependen del tipo de proteínas que producen. Las proteínas se producen con base en la información de los genes. Los padres pasan genes a sus hijos en los cromosomas. Genes similares para una característica, producen proteínas similares que al expresarse en el fenotipo hacen posible que un padre se parezca a un hijo”. De otra parte la resolución de la pregunta problema 3, deja claro que no todos los hijos de un individuo pueden heredar su mismo grupo sanguíneo porque depende mucho de qué tipo de información heredan de su otro padre y también de si son homocigotos o heterocigotos para la información de esa característica. Estas situaciones permiten que haya hijos con grupo sanguíneo diferente al de sus padres, lo cual no significa que no sea hijo de ellos.

Tabla 4-10: Hipótesis formuladas ante la pregunta “si una persona es de determinado grupo sanguíneo O, A, B, ¿todos sus hijos deben tener ese mismo tipo de grupo sanguíneo?”

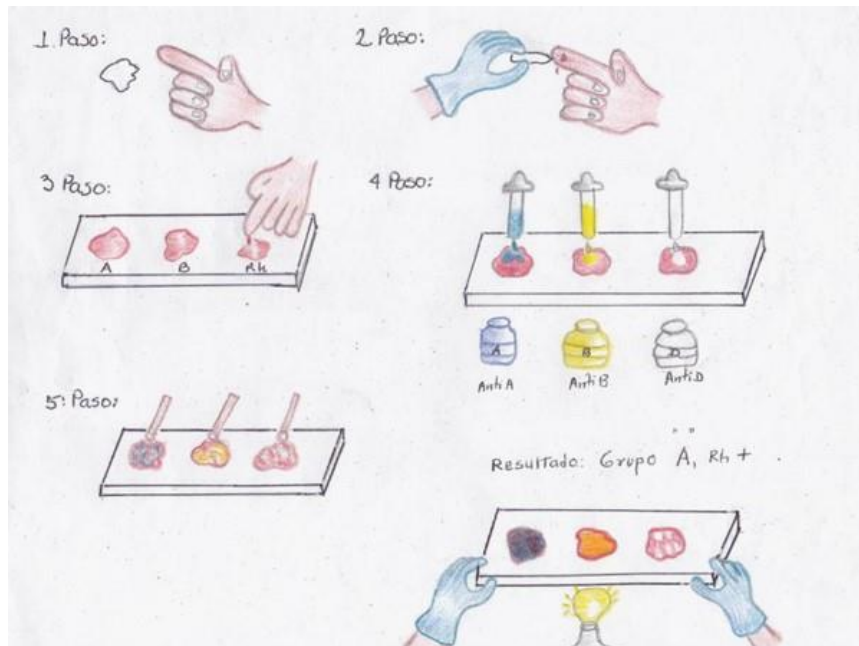
Hipótesis	Grupos de estudiantes que las formulan
No, porque hay que tener en cuenta el grupo sanguíneo del otro padre	3
No, porque se combinan los grupos sanguíneos de ambos padres	2
No, a veces sale el de la mamá y a veces el del papá	3
Total	8

El tipo sanguíneo de un individuo hace parte de su fenotipo. La prueba de determinación de grupos sanguíneos, se basa en la detección de proteínas ubicadas en la superficie del glóbulo rojo. Aparece más clara, la presencia de información genética y su expresión en proteína. Se evidencia la proteína y se evidencia que esta información ha pasado de padres a hijos. Los estudiantes indagan por el grupo sanguíneo de sus padres y realizan ejercicios sencillos, utilizando el cuadrado de Punnett. También se arman parejas y se predice cuáles serían los posibles fenotipos y genotipos de la descendencia.

Aunque se trabaja directamente con muestras de sangre, este laboratorio resulta muy sencillo de ejecutar para los estudiantes. Ellos mismos realizan las punciones y el uno actúa como “paciente del otro” y luego cambian de rol. Por supuesto que se trabaja con

lancetas estériles, se usan guantes y se advierte sobre la necesidad de descartar adecuadamente el material que se usa.

Figura 4-8: Aparte de informe presentado sobre determinación de grupos sanguíneos



Finalmente se han resuelto, no sin mucho trabajo, las situaciones problema planteadas. Se hace una puesta en común de las apreciaciones acerca de cómo se han sentido durante el desarrollo de la estrategia. Algunas de las apreciaciones de los estudiantes se refieren a:

- “De pronto avanzaríamos mejor si hubiera un líder que “repartiera” las tareas y que todos cumplieran con ellas”.
- “Todos los temas deberían tener siempre un trabajo práctico. Así cambian las clases”
- “ Hay que trabajar mucho para resolver esos casos, pero uno termina sabiendo mucho”
- “Toda esa metodología nos ha motivado a prender de un tema de forma diferente.”
- “Uno se vuelve más experto en el tema”
- “La profesora debería tener un ayudante para las prácticas, así nos rendiría más”
- “aprendimos a consultar mejor”

La metodología que se ha seguido con el grupo control, ha estado enmarcada dentro de la pedagogía tradicional, en cuanto se sigue una secuencia de temas que poco a poco van

introduciendo al estudiante en la temática de la herencia y genética. Hay menos interacción maestro - estudiante y las actividades son más del tipo de "lápiz y papel. El tema de genética incluye muchos términos que hasta ese momento son desconocidos por parte del estudiantado y como se ha mencionado anteriormente, su aprendizaje requiere de mucha abstracción.

La secuencia didáctica inicia con la historia del trabajo científico de Mendel, se trabaja con las hipótesis sobre cómo se heredan los caracteres o las tan mencionadas "leyes de Mendel" y se realizan muchos ejercicios utilizando el cuadrado de Punnett, que facilita el aprendizaje sobre todo de los conceptos de fenotipo y genotipo. Aunque es una metodología sencilla, para muchas estudiantes resulta un tanto "pesada" y hasta se podría decir que se aburren de hacer "siempre lo mismo". Siendo un tema tan importante para cualquier individuo, sólo cuando se trabaja con información hereditaria de los humanos, parecen estar más interesados.

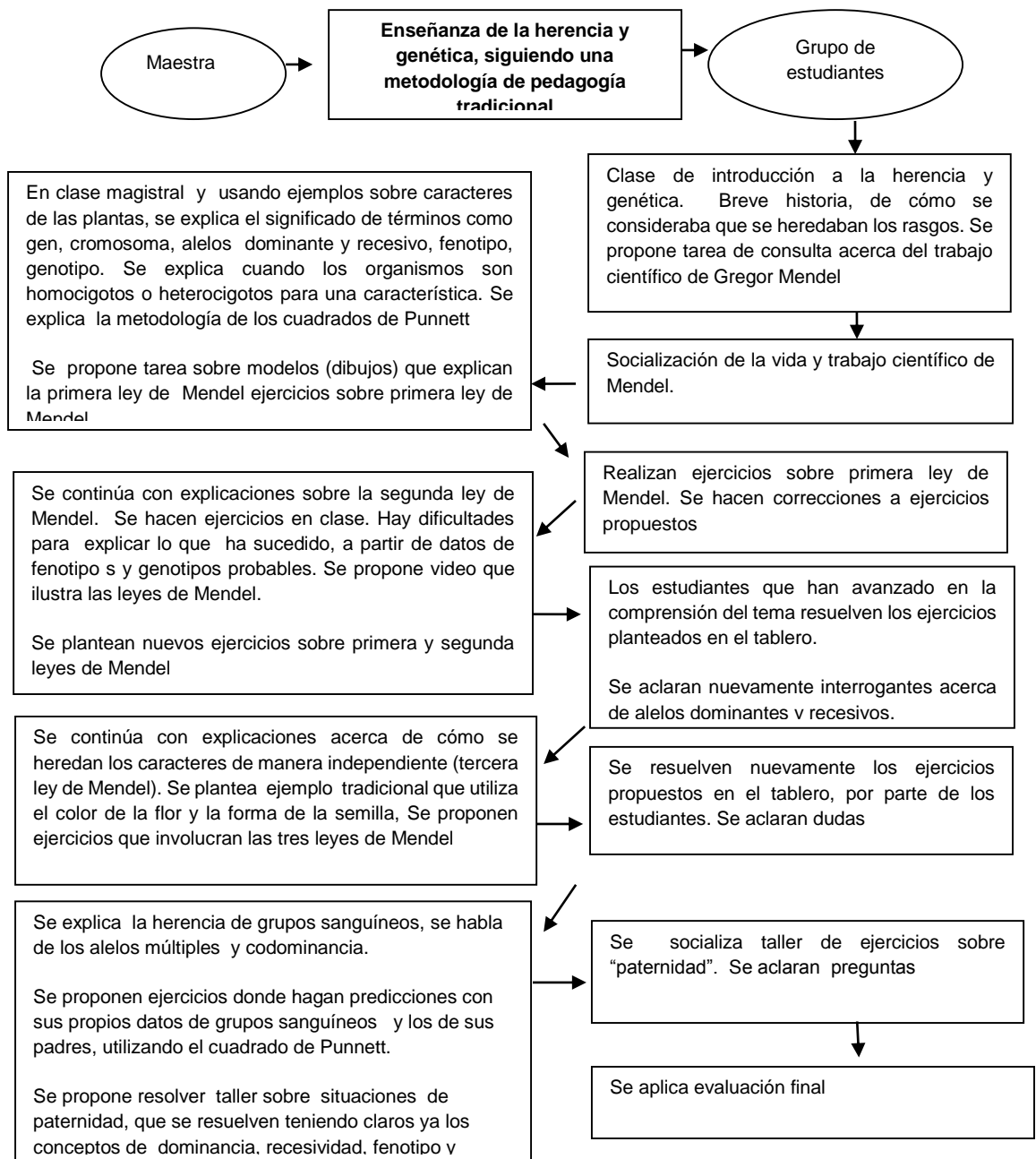
Sin embargo, los "buenos estudiantes", avanzan en su aprendizaje y finalmente logran incorporar los nuevos conceptos y resolver con éxito los ejercicios sobre cruza específicas

Los estudiantes con dificultades de aprendizaje se conforman con aprender a hacer las predicciones con el cuadrado de Punnett y poco se interesan por avanzar más allá de este tipo de metodología. Algunos temas se recrean con videos, sin embargo casi siempre explican la herencia con base en las plantas, ya que por supuesto durante la explicación sobre el trabajo de Mendel y las "leyes de la herencia" se les habla del cruce de diferentes características de las plantas como color de las flores, forma de las semillas, color de la vaina. Se arriesgan poco con la herencia en los Humanos.

El trabajo colaborativo es más mediático, se reúnen para resolver los ejercicios, pero no se crean hábitos propios del trabajo colectivo, ni se fomentan lazos de amistad. En los grupos, avanzan quienes tienen mayores capacidades, sin pensar en esperar a nadie.

La figura 4.9 corresponde a la secuencia de trabajo con el grupo control.

Figura 4-9: Secuencia de trabajo con grupo control



4.2.3 Evaluación final

Se aplica a los grupos de experimental y control, la misma evaluación que se había aplicado inicialmente. Se observa que la mayoría de las preguntas que iniciaron con un porcentaje de acierto alto, continuaron igualmente alto para ambos grupos. Igual situación se aprecia con las preguntas que estaban en porcentaje de acierto intermedio y muchas de las preguntas de acierto inicial bajo, continuaron bajo, aún para ambos grupos.

Figura 4-10: Porcentaje de aciertos prueba inicial (PACI) vs porcentaje de aciertos prueba final (PACF) para grupo control

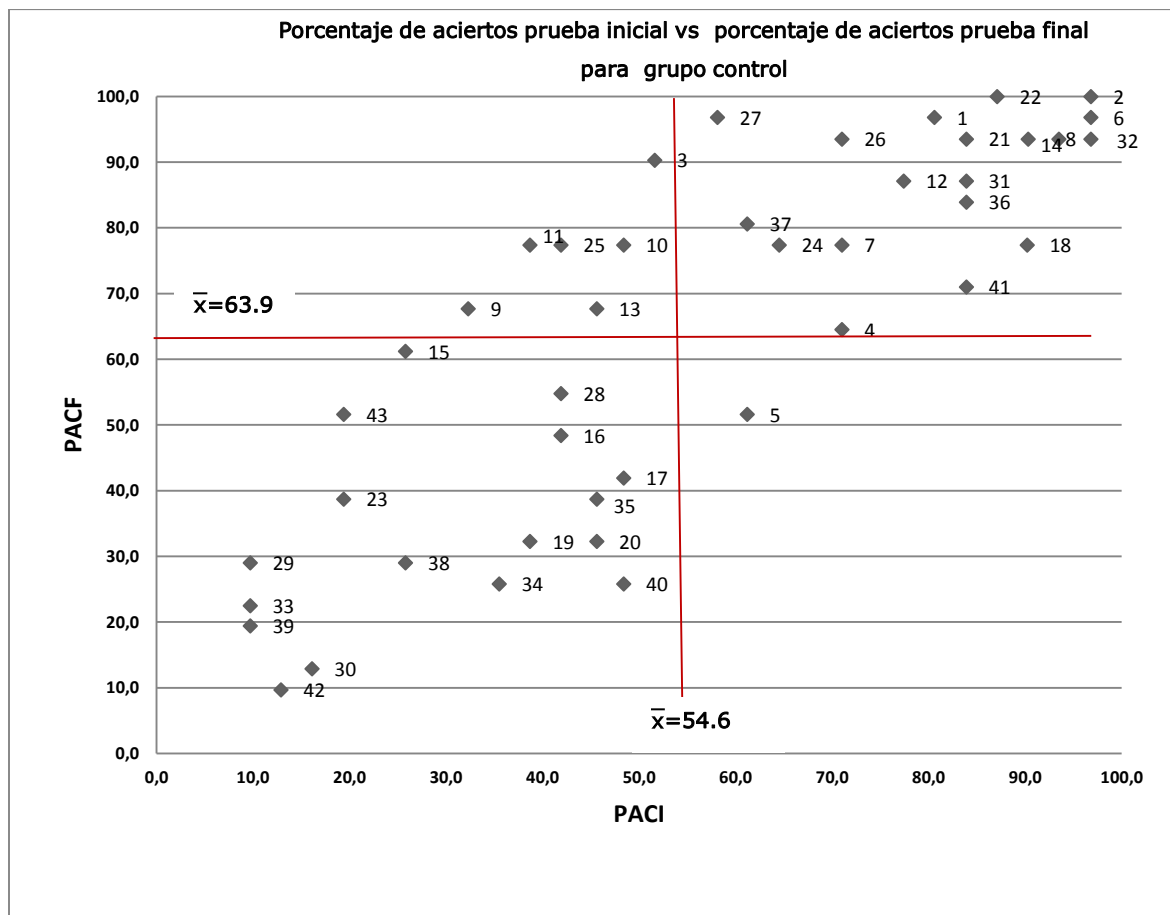
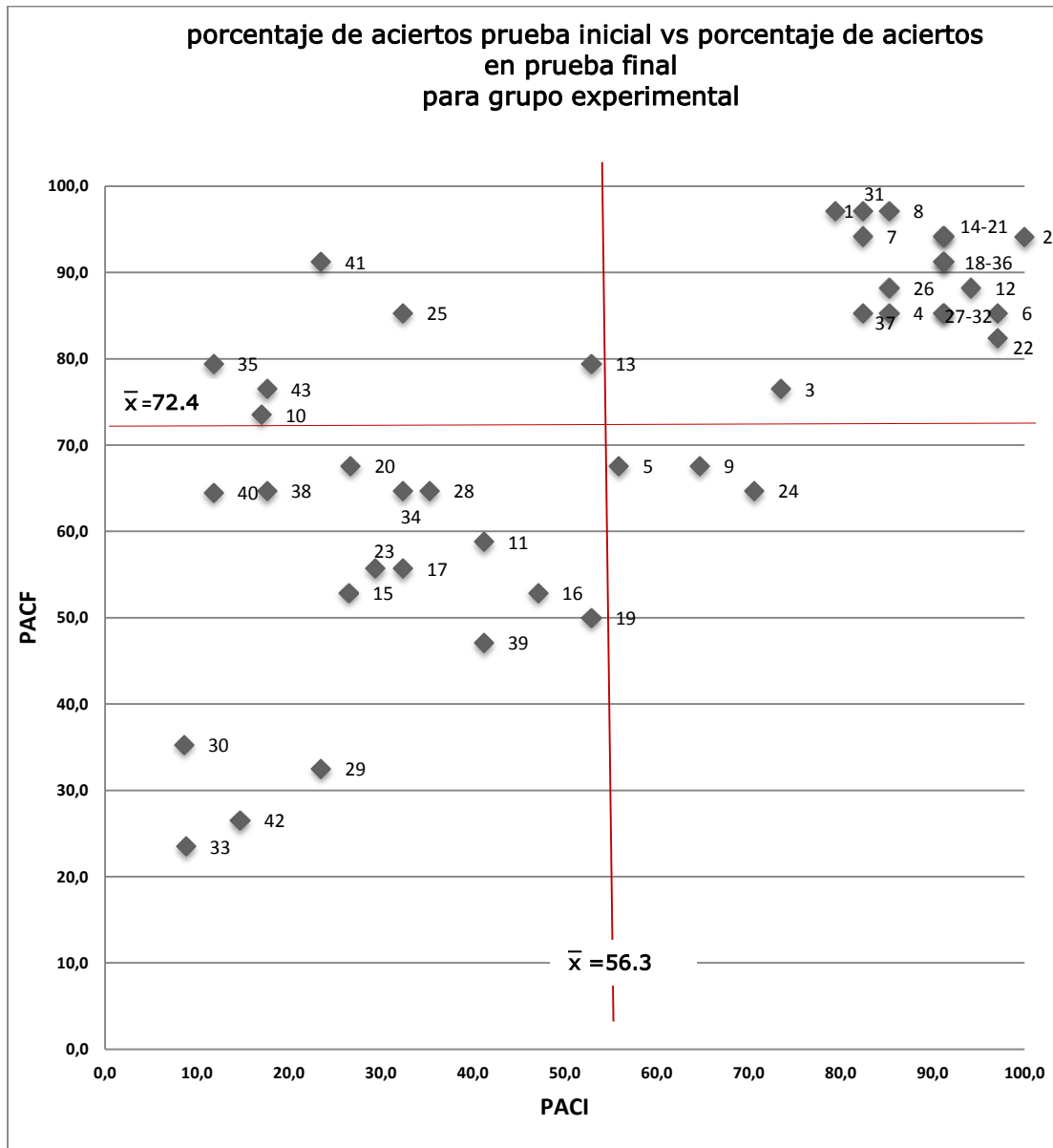


Figura 4-11: Porcentaje de aciertos prueba inicial (PACI) vs porcentajes de aciertos en prueba final (PACF) para grupo experimental

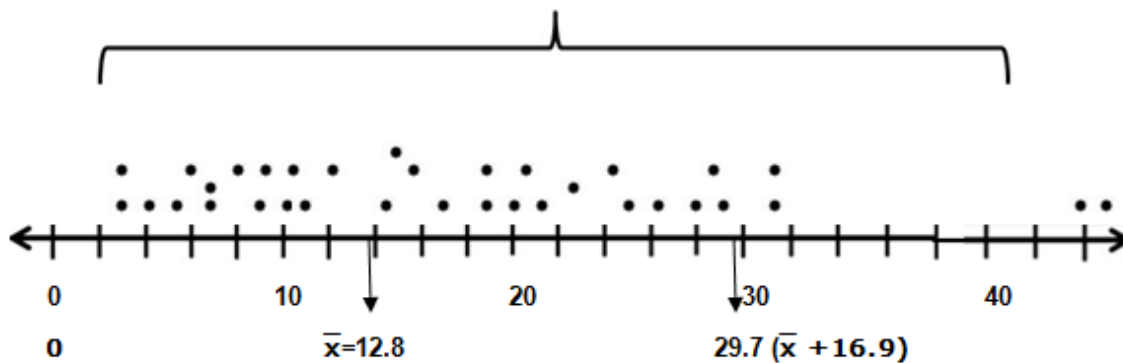


Al comparar los promedios obtenidos en la prueba final para el grupo control se observa que corresponde a 63.9 y para el grupo de experimental corresponde a 72.4. Estos promedios aunque diferentes, y señalando que el promedio del grupo de referencia subió, no reflejan mucho la bondad o no de la intervención en el aula. Sin embargo la diferencia de promedios entre preguntas ha sido altamente significativa. La prueba de rango múltiple

de Duncan, refleja que al comparar los porcentajes de avance por pregunta entre ambos grupos, experimental y control, la media del porcentaje de avance corresponde a 12,7 y la diferencia media significativa corresponde a 33.86. La figura 4.8 representa la distribución en el gráfico de puntos de los promedios de avance por pregunta. El gráfico se construye hallando el promedio entre la media de avance del grupo experimental y del grupo control. Se establecen los valores superior e inferior, sumando o restando al promedio de avance, el valor medio de la DMS.

En consecuencia se encuentran los valores de 29.7 y 0 en este caso.

Figura 4-12: Gráfico de puntos. Distribución de promedios de porcentaje de avance por preguntas (prueba de rango múltiple de Duncan)



Diferencia mínima significativa (DMS= 33.86)

Para el diseño de este gráfico se ha adaptado imagen:

<http://1.bp.blogspot.com/rNf0jcdYqRc/UPRkPDoEUll/AAAAAAAAADk/dt0lky9lcE8/s1600/Diagrama+de+Puntos+Pa+so+%23+1.bmp>

Las preguntas que tuvieron un **avance alto** corresponden a las preguntas **43, 25, 15 y 35**, y se refieren a:

- Pregunta 43:
Aunque no se expresen en su fenotipo, los genes recesivos hacen parte del genotipo o conjunto de todos los genes de un individuo. Inicialmente tuvo un porcentaje de

aciertos del 17.6 y al final se incrementó al 76.5 por lo cual obtiene un promedio de avance del 45.5.

- Pregunta 25:

Los leucocitos o glóbulos blancos, en este caso de los humanos, poseen cromosomas. El porcentaje inicial de aciertos es de 32.4 y se incrementa al 85.3 y un promedio de avance del 44.2

- Pregunta 15:

Los helechos también poseen cromosomas. Inicialmente tuvo un porcentaje de aciertos del 26.5 y se incrementa a 52.9, con un promedio de avance del 30.9

- Pregunta 35:

Los leucocitos o glóbulos blancos también tienen genes. Inicialmente tuvo un porcentaje de aciertos del 11.8 y se incrementó al 79.4 con un promedio de avance del 30.6.

El grupo control solo logró conseguir incrementar su porcentaje de aciertos en la pregunta 15 y en las demás continuó en un nivel bajo.

Hubo otras preguntas que tuvieron un porcentaje de avance **intermedio** en el grupo experimental y que son significativas como:

- Las preguntas 23 y 28:

Estas preguntas se refieren a si las neuronas tienen información hereditaria, cromosomas y genes, obtuvieron un avance promedio del 20.8.

- Las preguntas 29-33-34:

Estas preguntas indagan por si las células somáticas tienen cromosomas sexuales. Inicialmente tienen un porcentaje de acierto bajo, y finalmente obtienen un promedio de avance de 14.0

Hubo otro grupo de preguntas que iniciaron con porcentaje de aciertos bajo y continuaron con promedios de **avance bajos**:

- Las preguntas 16 y 17:
Estas preguntas se refieren a si tienen cromosomas organismos como los hongos y las bacterias. Iniciaron con un porcentaje de aciertos bajo, y finalmente obtuvieron un promedio de avance de solo el 8.1.

- Las pregunta 24:
Se refiere a si hay cromosomas en las células musculares. Inicia con bajo acierto y finalmente sólo avanza un promedio de 3.5

- La pregunta 39:
Esta pregunta indaga por la información hereditaria de las células somáticas. Inicia con un porcentaje bajo de acierto y obtiene un promedio de avance de 7.8

- La pregunta 42
Esta pregunta indaga por la frecuencia con que pueden expresarse en el fenotipo los alelos recesivos. Inicia con bajo acierto y solo obtiene un promedio de avance del 4.3.

El grupo control también avanzó con respecto a la prueba inicial, ya que obtuvo un promedio de 54.6. En la prueba final obtuvo un promedio 63.9.

5. Discusión General

Los resultados obtenidos en esta investigación y su posterior análisis plantean varias situaciones que merecen ser tenidas en cuenta en la práctica docente:

- **Los saberes previos del estudiantado:** este tema por supuesto que merece un capítulo aparte en el proceso enseñanza aprendizaje. y es que no se trata sólo de conocer estos saberes, sino de analizarlos detenidamente, de darles toda la importancia que merecen a la hora de estructurar cualquier propuesta de intervención en el aula, aún si se sigue la pedagogía tradicional. Teniendo en cuenta las ideas previas del estudiantado y sus características, como lo estables que pueden llegar a ser en el tiempo, la coherencia interna que poseen y el hecho de ser relativamente comunes entre los estudiantes del aula, (Cubero,1.995). Podría decirse que la más abrumadora de ellas resulta ser aquella de la *persistencia* en el tiempo. Sin duda, un gran obstáculo para intentar el cambio conceptual. Es un hecho que igualmente se ha presentado en este trabajo de investigación. Aunque de manera reiterada se vuelva sobre los conceptos “para que los chicos los recuerden”, resulta un esfuerzo inútil y lo es porque no se trata de que tengan un olvido pasajero. Son tan persistentes estas ideas, que seguro bien han merecido tantos estudios de investigación sobre la forma cómo se construyen, lo que las alimenta y las conserva. Claro está que esta situación no sólo se presenta con los estudiantes. En los maestros también se encuentra un “banco de preconceptos”, igual de estables y persistentes que la de sus alumnos. La reflexión obligada es si los chicos hacen una práctica, realizan detenidas observaciones, registran con detalle, dibujan, preparan un informe, discuten, ¿por qué terminan respondiendo erróneamente? La presunción del maestro es la de que un estudiante *retroalimentado* por esa experiencia sin duda “*muy agradable y nueva para él*”, debería conducirlo a acertar. Bueno, situación diferente es la que se observa y ésta es la queja *universal* de los maestros, porque así lo reflejan innumerables estudios hechos con base en los saberes previos de los estudiantes en muchas partes del

mundo: Argento (2013), Ayuso, E y Banet, E. (2002), Caballero (2008). Driver (1986), Gil (1993) y otros, casi que con conclusiones similares. Incluso Ausubel (1978) en su teoría del aprendizaje significativo, les otorga el predominante sitio que merecen estos “preconceptos”. Claro que no basta con hacer esta consideración. En esta investigación hay once preguntas, el 25% del total, en las cuales el avance fue mínimo. Iniciaron con bajo acierto y terminaron igual.

- Es importante considerar que en los trabajos de Velásquez(2012) e Ibáñez(2003), se aplicaron test (cinco meses después), para evaluar la prevalencia en el tiempo de los conceptos aprendidos siguiendo la metodología de resolución de problemas en la enseñanza de la genética y los resultados reflejan que no hubo retroceso significativo en los aprendizajes adquiridos sobre la localización de la información hereditaria, la herencia entre padres e hijos, y la herencia de caracteres, prevaleciendo en el tiempo el cambio de conceptos.
- Todas estas investigaciones en torno a los saberes previos han contribuido también a cambiar la categoría de *errores* para darles la categoría de *saberes previos*. Muchas hipótesis han surgido para tratar de encontrar una solución a lo persistentes que pueden resultar en el tiempo estas concepciones. Se habla por ejemplo de que chicos provenientes de contextos similares construyen saberes similares, como fruto del “sentido común” que los envuelve. Otros estudios sin embargo, atribuyen esta persistencia de los saberes previos a las prácticas de enseñanza, en este caso de las ciencias, que parte de la presunción de considerar que una secuencia didáctica *bien planeada*, pueda generar *per se* el esperado cambio conceptual. Incluso también se han hechos estudios, Cobanoglu et al (2009), que hablan de la responsabilidad que le cabe a los textos escolares por introducir graves errores conceptuales que afectan de manera adversa la coherencia lógica en la comprensión de los contenidos. Muchos textos presentan las actividades dirigidas a fortalecer la competencia de indagación, más como una receta que cómo algo que moviliza pensamiento. La enseñanza generalmente está centrada en el profesor, hay poca aplicación de las teorías del aprendizaje y se favorecen los aprendizajes memorísticos. Se afirma incluso que la manera de presentar las ilustraciones, conduce a concepciones erróneas, porque presentan analogías muy elementales o que no corresponden y las imágenes que deberían proporcionar una excelente ilustración del evento, no resultan lo

suficientemente esquemáticas y claras. El seguir un texto puede convertirse en algo muy rutinario, de poco interés para el estudiantado y en ocasiones hasta inadecuado. De otra parte, la práctica docente requiere que el maestro prepare sus clases con base en textos confiables, preferiblemente tipo universitarios, que contribuyan a construir mejores y más veraces argumentos y conceptualizaciones.

De acuerdo con Driver (1986), los saberes previos de los estudiantes influyen en todas las actividades que realizan, “en las observaciones que hacen, en las inferencias que construyen”. En atención a estas frases es válido preguntarse ¿y cómo proceden los maestros ante estos saberes con los cuales llegan los estudiantes al aula? Es sabido que muchas prácticas docentes intentan “transformar” estos saberes previos con un acervo de propuestas pedagógicas científicas, aunque sin obtener los resultados esperados. Sin embargo, la intención de disminuir la brecha entre estos saberes y el conocimiento científico, ha de estar presente al momento de introducir cualquier estrategia pedagógica. Constituye un reto que no puede dejarse perder de vista. Es probable que ese cambio conceptual que se anhela, requiera de muchas consideraciones mucho más sutiles frente a cómo se produzca el aprendizaje en los individuos

Acerca de los saberes previos y el cambio conceptual, resulta interesante el resumen que presenta Driver (1986), acerca de las principales consideraciones que desde una visión constructivista, merecen tenerse en cuenta:

- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.
- Encontrar sentido supone establecer relaciones: los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria no son hechos aislados, sino aquellos muy estructurados y que se relacionan de múltiples formas.
- Quien aprende construye activamente significados
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

Los saberes previos surgen como interacciones con múltiples escenarios, el hogar, los amigos del barrio, de la escuela, los medios de comunicación, y por supuesto que están atravesados por toda la enseñanza que recibe un chico, desde la primaria hasta su

educación básica secundaria. Muchas de sus ideas equivocadas, también han estado equivocadas para muchos de sus profesores. En la enseñanza de la fotosíntesis, resulta bastante crítico que los chicos entiendan que una planta no obtiene su energía precisamente, ni del agua, ni de una tierra bien abonada. Se requiere muchos más. Esta idea es introducida desde la primaria, tal vez con la intención de que el niño “aprenda a cuidar las plantas”, pero cuesta mucho sacarlo de ella posteriormente. Incluso en la enseñanza de las teorías de evolución de los seres vivos, la batalla contra Adán y Eva parece perdida. Las diversas doctrinas religiosas también juegan y han jugado un importante papel en la construcción de conceptos, que no siempre salen bien librados a la luz de las teorías científicas.

La resolución de problemas de enunciado abierto, ha albergado muchas esperanzas para quienes consideran que puede haber un avance muy significativo con su implementación. Estudios de Gil Pérez (1993), Ibáñez (2003), Iñiguez (2.005), Sigüenza y otros (1.990, la consideran como una propuesta constructivista, que puede aportar muchos elementos para aumentar los niveles de comprensión en el estudiantado.

Una reflexión acerca del presente trabajo de investigación permite reconsiderar aspectos que pueden considerarse como *sustanciales* y que bien merecen tenerse en cuenta para continuar implementando esta estrategia en el aula:

- **El trabajo colaborativo:** es una de las mayores fortalezas que ha tenido este trabajo de aula, y que aún por muchas cosas por mejorar, aporta grandes bondades al proceso. En cada grupo siempre hay alguien que asume, por su cuenta, el rol de “líder”. Este *líder* es quien reparte tareas, administra los recursos y posibilita mucho el cumplimiento de actividades. Bien sabido es que quien enseña, aprende. Este personaje, gana y mucho, pero los demás también. No todos los estudiantes tienen las mismas capacidades para aprender y en muchas ocasiones ni siquiera saben cuál es el camino que hay que seguir para avanzar. Sus dificultades de tipo cognitivo se suman a las comunicativas y lingüísticas, esto sin contar con deficiencias en la comprensión lectora y redacción de textos. Este renglón de chicos, “copian” mucho de quienes tienen mayores competencias en el quehacer escolar. Reciben amonestaciones de sus compañeros, si realizan sin esmero los trabajos. Esto los obliga a estar mucho más comprometidos para no tener problemas, ni que “pongan quejas” de ellos y mucho

menos que los consideren como un “estorbo”. Un grupo que jalona, siempre avanza, va más allá, propone, debate, organiza y de todas estas operaciones mentales se nutre el conocimiento.

Muchos de los jóvenes de este grupo, tienen poco acompañamiento de sus padres o este es muy primario, en cuanto a portarles metodologías de estudio o coordinación de tareas. Ellos mismos tienen muchas dificultades para acceder al conocimiento. Según la encuesta sociodemográfica más el 56% de los padres no han obtenido el título de bachiller y el 50% de los chicos viven con sólo uno de sus padres, quien a la vez debe conseguir el sustento. Esta es una razón importante por la cual los chicos se quedan mucho tiempo solos o lo que es peor, en la calle, jugando “maquinitas” o absortos en las redes sociales. A un maestro le pueden decir tranquilamente que no han hecho su tarea, pero cosa diferente es incumplirle a un grupo. Es por esta razón que el trabajo colaborativo efectivamente debe ser fortalecido y reconocido como un espacio donde se pueden practicar las competencias no sólo científicas, sino comunicativas e integradoras.

- **Seguimiento y apoyo permanentes por parte del docente:** son muy importantes su presencia y continuo acompañamiento, ya que es precisamente el docente quien mejor conoce las necesidades de aprendizaje, tiene en cuenta los estándares básicos de la educación propuestos por el ministerio de educación y la corrección del rumbo del trabajo se hace necesaria. Se podría pensar que esto afecta la creatividad de los grupos para ser más propositivos y puede resultar una hipótesis cierta. Sin embargo, el tiempo de intervención en el aula es relativamente muy corto (escasos tres meses), la cantidad de los grupos de trabajo (8) y la “necesidad” de desarrollar la estrategia como tal, introducen elementos que también serían sujetos de evaluar para tener en cuenta en próximas aplicaciones de esta metodología. De otra parte aún el desarrollo de trabajo colaborativo muestra debilidades, sobre todo con aquellos estudiantes que rinden poco y asumen sus compromisos académicos con displicencia. De otra parte se requiere también creatividad del maestro para diseñar actividades, apoyar y mantener el interés por el trabajo de aula.
- **Diversidad en evidencias de aprendizaje:** esta metodología ha permitido producir mucho material o “evidencias” de que se avanza en el aprendizaje, ya que surgen múltiples propuestas, no solo del maestro, sino también de los grupos. Este

permanente interactuar brinda muchas más opciones y oportunidades para evaluar de una manera menos excluyente como lo es la evaluación escrita. Estamos viviendo un “mundo sin fronteras” o bajo el término moderno de “globalización”. Todo lo que se escribe ahora sobre el destino de una nación o territorio nos habla de cuanto depende éste del nivel de educación de sus habitantes. Paradójicamente, ahora que se accede de manera masiva a la educación, los resultados no son los mejores y es que en ocasiones pareciera que lo único estándar de toda esta situación es la prueba que se aplica. Es cierto también que no todos los estudiantes de un curso persiguen el conocimiento, para muchos es sólo el lugar de encuentros, el territorio de paz donde es bueno y seguro permanecer. Este renglón de estudiantes, los llamados con “dificultades de aprendizaje” que realizan recuperaciones de los temas no logrados una y otra vez con los mismos resultados, constituye también el foco de atención para los ministerios de educación, para los directivos de las instituciones, para los maestros y debería serlo para el país entero. La deserción estudiantil como fruto del fracaso académico, la repitencia, la indiferencia, tienen mucho de su origen en la manera como los maestros conciben la evaluación. Esta metodología de trabajo en el aula, brinda muchos espacios para que esta población de chicos encuentren otros caminos, otras formas de desempeñarse, de mostrar esas habilidades tan ocultas a veces hasta para ellos mismos y recibir una evaluación de tipo continuo no sólo de su maestro, sino también de su grupo de trabajo.

- **Espacios para argumentar y comunicar más:** El construir un argumento coherente no es tarea fácil para los chicos. Hay cierta negación a emplear los términos científicos, en una actitud más bien reduccionista, al denominar los elementos como “esas cositas”, “esos frasquitos”. El intercambio de ideas favorece la construcción de un argumento, por aumento de la familiaridad con que se emplean los términos, se enriquece el vocabulario y favorece la introducción de vocablos del mundo de las ciencias, en la vida cotidiana.
- **El hacer y el aprender:** los avances que fueron significativos reflejan que efectivamente el incorporar la experimentación, lo manual, lo lúdico en el proceso de resolución de situaciones problema, favorecen la comprensión y el aprendizaje. En los resultados de este trabajo se observa que las preguntas en las cuales más avanzaron, están sujetas a una “memoria” que involucra la utilización de todos los sentidos.

Cuando un individuo se enfrenta a un cuestionario de evaluación, echa mano de todos los elementos que están ligados a esa pregunta, como memoria visual, auditiva, táctil, y que pueden contribuir a responder con acierto.

Las **prácticas de laboratorio**, también han merecido un capítulo aparte en la investigación docente, e incluso algunos autores llaman este tipo de actividades “revolución pendiente”, Esta denominación surge de la consideración de que los maestros creen que pasar de los libros a la experimentación podría representar una especie de puerta mágica que podría conducir a que se produjera cambio conceptual a través del descubrimiento. En este sentido, Gil y otros (1993) consideran que dichas propuestas se basan a menudo, “como señala Ausubel (1978) en la ingenua premisa de que la solución autónoma de problemas ocurre necesariamente con fundamento en el razonamiento inductivo a partir de datos empíricos”. La experimentación como *espacio para seguir con rigor el método científico*, tampoco ha producido los resultados esperados. En esta metodología, ha estado propuesto más como un espacio para “descubrir” o “darse cuenta de” a través del uso de los sentidos, más que de la aplicación o seguimiento del método científico. Desde luego que estas actividades les resultan agradables e interesantes al estudiantado, pero deben estar ligadas a todo el componente teórico, sin olvidar que hacen parte de un camino donde se busca una solución coherente a un problema.

En las instituciones educativas, la experimentación, en ocasiones es más vista como un problema que como una oportunidad para aprender. Sin dejar de considerar las dificultades que le subyacen como ausencia de personal docente de apoyo para manejar los grupos tan grandes, falta de materiales, de medidas de seguridad, de ambientes adecuados, siempre estas prácticas aportan muchos elementos que contribuyen a aumentar la comprensión de los temas.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- La evaluación de los saberes previos siempre ha de ser el punto de partida de toda práctica docente. Un análisis cuidadoso de estos saberes permite darse cuenta de las deficiencias y errores conceptuales que interfieren con el aprendizaje. A partir de estas concepciones es mucho más fácil elaborar y desarrollar una estrategia didáctica y pedagógica que contribuya de manera significativa a avanzar en el conocimiento.
- La implementación de la actividad didáctica y pedagógica requiere de una continua interacción con el estudiantado. Los estudiantes se sientan partícipes de la construcción del conocimiento porque abandonan ese lugar donde sólo son receptivos y consideran el aula como un espacio para practicar sus competencias no solo cognitivas, sino también comunicativas, lingüísticas, de liderazgo e incluso ciudadanas. La producción de pensamiento científico se ve favorecida por una continua interacción y ambiente colaborativo donde las ideas se puedan debatir, argumentar, explicar, justificar. Esta estrategia de resolución de problemas abiertos brinda este espacio de construcción permanente de conocimiento y lo que es más importante, la situación problema por resolver parte de los estudiantes mismos, de situaciones cotidianas que plantean un interrogante, y generan inquietud y motivación por hallar la solución.
- Dentro de la implementación de la estrategia, considerar el trabajo de experimentación produce conocimiento porque requiere de varias operaciones mentales como observar en detalle, coordinar acciones, organizar ideas, sacar conclusiones y por supuesto que todo este trabajo conduce a adquirir nuevos conocimientos y destrezas necesarias para mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje de la ciencias.

- La implementación de una estrategia didáctica y pedagógica requiere cualificación e idoneidad por parte del maestro, imprescindibles no solo para el desempeño de la disciplina, sino también para aumentar la creatividad, capacidad para diseñar estrategias de innovación en el aula y aplicar una evaluación que resulte más incluyente.
- La estrategia de innovación en el aula ha producido avances significativos en la comprensión de los temas, sin embargo es necesario fortalecerla en varios aspectos como lograr que los grupos sean más eficientes, aprovechar aún más las actividades del “hacer”, ampliar las oportunidades para desarrollar más habilidades y creatividad y por supuesto hacer una profunda reflexión para introducirle muchos más elementos que intenten motivar aún más a los estudiantes que se muestran displicentes frente a la intención de aprender.
- La metodología usada en la comprensión de los conceptos ha favorecido de manera considerable el intercambio de ideas y la discusión, espacios más bien reducidos en la implementación de la pedagogía tradicional, donde casi todo parte del docente. Cabe hacer la reflexión frente a si esta situación, podría ser la responsable, en mucho de la apatía que muestra el estudiantado, inmerso en el mundo de las tecnologías.
- La implementación de la estrategia permitió aprovechar las nuevas tecnologías, en el desarrollo de las actividades, fortalecer la competencia para consultar de una manera más efectiva y un mejor uso de las fuentes de información.
- Aunque no todos los estudiantes logran avanzar de manera significativa, Desde el quehacer, mantener firme el propósito de buscar propuestas didácticas y pedagógicas que resulten interesantes para el estudiantado y contribuyan a mejorar su desempeño.
- La enseñanza de la genética requiere de mucha abstracción y de pensamiento hipotético deductivo. Es importante introducir la experimentación para acercar al estudiantado a las situaciones problema que surgen al plantearse estos interrogantes.

6.2 Recomendaciones

- Revisar nuevamente la propuesta de resolución de problemas abiertos, a la luz de otros teóricos, en búsqueda de hallazgo de aspectos que ya han sido investigados y que permita introducir cambios significativos que conlleven a aumentar los niveles de inclusión y desempeño escolar.

- Adquirir fortalezas para potenciar el trabajo colaborativo en el aula

- Crear un espacio institucional para la discusión de esta propuesta y reconstruirla con base en los criterios que aporten los demás docentes, con el fin de iniciar su implementación, al menos inicialmente en el plan de área de ciencias naturales.

A. Anexo: Cuestionario aplicado en prueba inicial y final

Nombre del estudiante: _____

1. Para los siguientes seres vivos, marca con una equis (X), según consideres tienen **células, cromosomas** o **información genética**.

	Tienen células	Tienen cromosomas	Contienen información genética
Arboles			
Mamíferos			
Helechos			
Hongos			
Bacterias			
Insectos			

2. Para las siguientes células, marca con una equis (X), según consideres llevan **información hereditaria, cromosomas, genes** o **cromosomas sexuales**.

	¿Lleva información hereditaria	¿Tiene cromosomas?	¿Tiene genes?	¿Tiene cromosomas sexuales?
Célula muscular				
Glóbulo blanco				
espermatozoides				
Ovulo				
Neurona				

Para las siguientes preguntas marca con una equis (X) la opción que consideres correcta.

3. Las células humanas son muy distintas entre sí. Esta diversidad se debe a:
- A. Contienen distinta información hereditaria
 - B. Todas llevan la misma información hereditaria
 - C. La información hereditaria sólo la contienen las células reproductoras (óvulos y espermatozoides).
 - D. Las células reciben información hereditaria, según la función que van a realizar
4. He elegido una de las respuestas anteriores basándome en la siguiente justificación:
- A. Aunque todas las células llevan la misma información hereditaria, sólo una parte se utiliza en cada clase de células.
 - B. Las células reproductoras no llevan información hereditaria, sus diferencias se deben a las funciones que desempeñan en el organismo
 - C. Las células sólo llevan una pequeña parte de la información hereditaria
 - D. Las células para realizar sus funciones, no dependen de la información hereditaria.
5. Una pareja tiene dos hijos varones de 14 y 16 años de edad. El mayor se parece más al padre y el menor a la madre. ¿Cuál de las siguientes causas puede explicar esto?
- A. El mayor lleva más información hereditaria del padre que de la madre, por lo que se parece más a su padre.
 - B. El menor lleva más información hereditaria de la madre que del padre, por eso se parece más a su madre
 - C. Ambos llevan la misma información hereditaria tanto del padre como de la madre, pero en un caso se utiliza o manifiesta la del padre, y en el otro la de la madre.
 - D. Si el primero se parece al padre, el segundo se parecerá a la madre.
6. Una pareja en la que el color de los ojos tanto del padre como de la madre son marrones, ¿puede tener un bebé de ojos azules?
- A. Es prácticamente imposible
 - B. Ocurre a veces
 - C. Ocurre muchas veces
 - D. Solo en caso de una mutación.
7. He elegido una de las anteriores respuestas basándome en una de estas justificaciones:
- A. Aunque la información hereditaria de los padres es de ojos marrones, puede tener alguna mutación que sea responsable de que el niño tenga los ojos azules
 - B. Los padres son de ojos marrones, pero también pueden llevar información hereditaria de ojos azules
 - C. Aunque los padres sólo llevan información hereditaria del color de ojos marrón, puede haber un antepasado en la familia (abuelos, bisabuelos...) que tuviera ojos azules.
 - D. La información de los padres es la correspondiente a ojos marrones, por eso el bebé debe tener los ojos marrones.

B. Anexo: Cuestionario de encuesta sociodemográfica

Nombre del estudiante _____

Grado : _____ Edad : _____ Género _____

1. ¿Con quién convives?

- A. Con ambos padres
- B. Con solo uno de sus padres
- C. Con abuelos u otros parientes pero sin los padres
- D. Otro _____

2. ¿Cuál es la ocupación del jefe del hogar?

- A. Empleado
- B. Trabajador independiente
- C. Pensionado
- D. Otro _____

3. ¿Qué nivel de escolaridad tiene tu madre?

- A. Básica primaria
- B. Secundaria incompleta
- C. Bachiller
- D. Tecnólogo/ profesional

4. ¿Qué nivel de escolaridad tiene tu padre?

- A. Básica primaria
- B. Secundaria incompleta
- C. Bachiller
- D. Tecnólogo/ profesional

5. ¿Usualmente donde realizas tus consultas?

- A. Libros en casa/ biblioteca
- B. La Web
- C. Libros y la Web
- D. Biblioteca virtual

6. ¿Realizas alguna actividad diferente a compromisos escolares en la jornada libre?

- A. Quehaceres en el hogar
- B. Actividad artística/ deportiva
- C. Redes sociales
- D. Videojuegos
- E. Otra_____

7. ¿En cuánto estimas el ingreso familiar?

- A. Menos de 1 salario mínimo
- B. Salario mínimo
- C. Entre 1 y 2 salarios mínimos
- D. Más de dos salarios mínimos
- E. Más de 3 salarios mínimos

8. ¿Tienes dificultades disciplinarias?

- A. No
- B. Si

C. Anexo: Sinopsis de la película GATTACA

Reparto:

Ethan Hawke, Uma Thurman, Jude Law, Loren Dean,
Alan Arkin, Gore Vidal, Xander Berkeley, Elías Koteas.

Director: Andrew Niccol

Género: Ciencia Ficción. Año 1997.

<http://www.seriesyonkis.com/img/peliculas/170x243/gattaca-1997.jpg>



Vincent Freeman (Ethan Hawke) es uno un ser concebido en forma natural. Tras su nacimiento las pruebas de ADN muestran que tiene un 99% de posibilidades de desarrollar un defecto del corazón y de morir antes de que cumpla los 30 años. Debido a esto, los padres deciden tener otro hijo, pero esta vez confían en un laboratorio de genética para garantizar que sea sano. Vincent está condenado a una vida de segundo nivel debido a la poca cualificación profesional que le permiten sus menguadas dotes físicas. Su sueño es viajar al espacio, pero en el mundo de *Gattaca*, una industria aeroespacial, la vida de los individuos viene determinada por su composición genética, y él por supuesto debido a su información genética es considerado como “no válido”, lo cual lo aleja de su sueño.

Durante años ejerce toda clase de trabajos hasta que un día contacta con un hombre que le proporciona la llave para pasar a la élite: adoptar la identidad de Jerome (Jude Law), un deportista considerado como “válido” por su idónea información genética, pero que ha quedado paralítico por culpa de un accidente. Así Vincent puede acceder a la Corporación

Gattaca. Para hacer frente a las constantes pruebas genéticas a las que es sometido, debe emplear inteligentemente las muestras de sangre y tejidos que Jerome le prepara. El hace todo lo necesario, como usar la orina del paralizado, usar su sangre y hasta se somete a un procedimiento para que le alarguen las piernas y poder ser de la estatura de aquel joven. Después de todos los retos y esfuerzo dedicado, se convierte en el tripulante perfecto. Todo irá bien hasta que el director de la misión es asesinado y las consecuentes investigaciones irán generándole dificultades, incluso, un reencuentro con su hermano “perfecto”. Finalmente logra embarcarse en la misión.

Adaptación del texto escrito por José Luis Pérez Triviño, publicado en la revista de Bioética y derecho. <http://www.bioeticayderecho.ub.es>.

D. Anexo: Protocolo de laboratorio ¿y dónde está el ADN?

Practica de laboratorio: ¿y dónde está el ADN?

Pregunta problema: “¿Qué hay en la sangre que hace posible que se pueda identificar a una persona?”

Hipotesis: _____

Introducción

La sangre es un tejido compuesto de células como: glóbulos rojos o eritrocitos, glóbulos blancos o leucocitos y las plaquetas o trombocitos. Los glóbulos rojos poseen la molécula de hemoglobina cuya función es transportar hacia los tejidos el oxígeno y desde allí el dióxido de carbono para eliminarlo a través de los pulmones. Los Glóbulos blancos tienen la función de producir inmunoglobulinas o anticuerpos y realizar fagocitosis de sustancias extrañas. Las plaquetas ayudan a conservar la homeóstasis o equilibrio del organismo. La parte acuosa llamada plasma, transporta todas las sustancias incluías los nutrimentos indispensables para el funcionamiento del organismo.

Objetivos

- Avanzar en la solución de la situación problema a través de la experimentación
- Identificar las diferentes células que componen el tejido sanguíneo

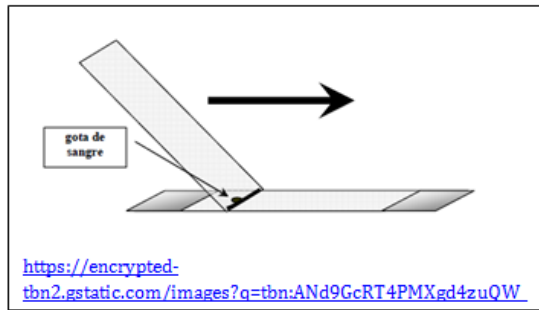
- Identificar en células sanguíneas, el citoplasma, el núcleo celular, la cromatina
- Realizar un extendido de sangre y aprender a usar los colorantes de tinción
- Adquirir destreza en el manejo del microscopio
- Reconocer la importancia de este tejido en nuestras vidas
- Trabajar en grupo de manera respetuosa y responsable
- Hacer registro de las observaciones, preparar el informe y sacar conclusiones.

Materiales y equipo

- Guantes desechables, alcohol, algodón, lancetas estériles
- Láminas portaobjetos
- Colorante de Wright
- Microscopio óptico
- Aceite de inmersión para observar con objetivo 100X.

Procedimiento

- Limpiar el dedo con la mota de algodón empapada de alcohol. Secar con otro algodón
- Pinchar de manera firme el pulpejo del dedo, preferiblemente el dedo índice y hacia un lado. Descartar de manera segura la lanceta estéril usada.
- Colocar una gota de sangre en la lámina portaobjetos, en el centro de uno de los extremos.
- Presionar inmediatamente el lugar de la punción con una mota de algodón seco.
- Para realizar el extendido, coloque un segundo portaobjetos de bordes bien lisos por delante de la gota de sangre en ángulo de 45°. Hágalo retroceder para que la gota de sangre se extienda por todo el borde la lámina Lleve el portaobjetos hacia delante con movimiento firme y rápido y extienda la gota



- Dejar secar el extendido por unos minutos
- Hacer la coloración de la siguiente manera:
- Cubra el extendido de manera uniforme con el colorante de Wright, dejar por 2 minutos hasta que adquiera brillo metálico.
- Agregue buffer y sople suavemente para mezclar uniformemente con el colorante Wright
- Descarte el colorante y lave suavemente al chorro sin que éste le caiga directamente al extendido.
- Dejar secar por unos cuantos minutos
- Observar al microscopio inicialmente en 10X y luego en 40X y dibujar
- Agregar una gota de aceite de inmersión y observar con objetivo de 100X. Hacer la identificación de las siguientes células:
Eritrocito o glóbulo rojo: color rosa pálido. Se observan en forma de pilas de monedas. En sangre periférica ya han perdido el núcleo.

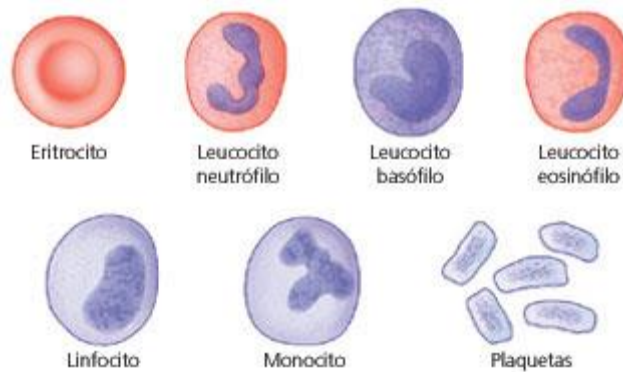
Plaquetas: se presentan como diminutas partículas de color azul violeta o púrpura. En sangre

Los leucocitos o glóbulos blancos son células nucleadas. Se observan diferentes tipos de glóbulos blancos: linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos, se observa un núcleo grande teñido de violeta. Los neutrófilos o polimorfonucleares son abundantes en sangre periférica y su núcleo se observa segmentado, teñido de azul.

- Preparar un informe de la práctica realizada

Diseño del protocolo: Esperanza Narváez B.

Células que se observan en un extendido de sangre periférica.



http://1.bp.blogspot.com/_hU7n9JcQnmE/SiJ2rovqSzl/AAAAAAAAA1s/66vYVbmz9LU/s400/sangre.jpg.jpeg

E. Anexo: Lectura sobre el genoma humano.

IETI Luz Haydee Guerrero Molina. Área de Ciencias naturales. Grado noveno.

Profesora: Esperanza Narváez B.

Texto adaptado de la “Declaración de la Asociación médica mundial sobre el Proyecto Genoma Humano”

Adoptada por la 44ª Asamblea Médica Mundial Marbella, España, Septiembre de 1992

El Proyecto Genoma Humano se basa en la suposición de que la información contenida en el gen nos permitirá diagnosticar muchas enfermedades genéticas en el útero. La clave para comprender las enfermedades genéticas está en la identificación y caracterización de los genes después de la mutación. En consecuencia, se puede decir que la comprensión de toda la biología humana está contenida en la identificación de 50.000 a 100.000 genes en los cromosomas del cuerpo humano.

El proyecto genoma humano nos puede permitir identificar y caracterizar los genes que intervienen en las principales enfermedades genéticas; más adelante, será posible identificar y caracterizar los genes que actúan en enfermedades con un componente genético y otros factores, como la diabetes, esquizofrenia y la enfermedad de Alzheimer. En estas enfermedades, el gen crea una predisposición antes de ser la causa misma del mal. Estas enfermedades producen graves problemas sociales y si es posible diagnosticar la predisposición antes de que se manifieste la enfermedad, puede ser posible evitarla haciendo cambios de estilos de vida, de dieta y controles periódicos.

Problemas de Implementación

Existen muchas razones éticas importantes para obtener la información genética lo más rápido posible, de modo que podamos comprender mejor muchas enfermedades. Sin embargo, dicha información puede ser frustrante, a menos que creemos al mismo tiempo medios terapéuticos y que informemos a la opinión pública sobre las distintas opciones genéticas, de manera que la persona seleccione las mejores.

Financiamiento del Proyecto

El Proyecto Genoma Humano es considerado un proyecto impresionante, similar al programa espacial, y uno se puede preguntar si existe proporción entre la inversión y su resultado. El costo estimado del proyecto es de tres mil millones de dólares durante 15 años, es decir, 200 millones de dólares anuales.

Otro impedimento es la prohibición en algunos países de destinar fondos a la investigación clínica sobre embriones humanos. Después de haber invertido en la cartografía de los genes, se corre el riesgo de no tener fondos destinados a la investigación clínica basada en los resultados del proyecto.

Discriminación genética en el seguro privado y el empleo

Existe un conflicto entre el potencial creciente de nuevas tecnologías que revelan la heterogeneidad genética y los criterios del seguro privado y el empleo. Será conveniente adoptar el mismo acuerdo tácito, en lo que respecta a los factores genéticos, que prohíbe el uso de discriminación racial en el empleo y el seguro. La cartografía genética puede convertirse en una fuente de estigmatización y discriminación social y una "población de riesgo" puede pasar a ser una "población defectuosa".

Recomendaciones

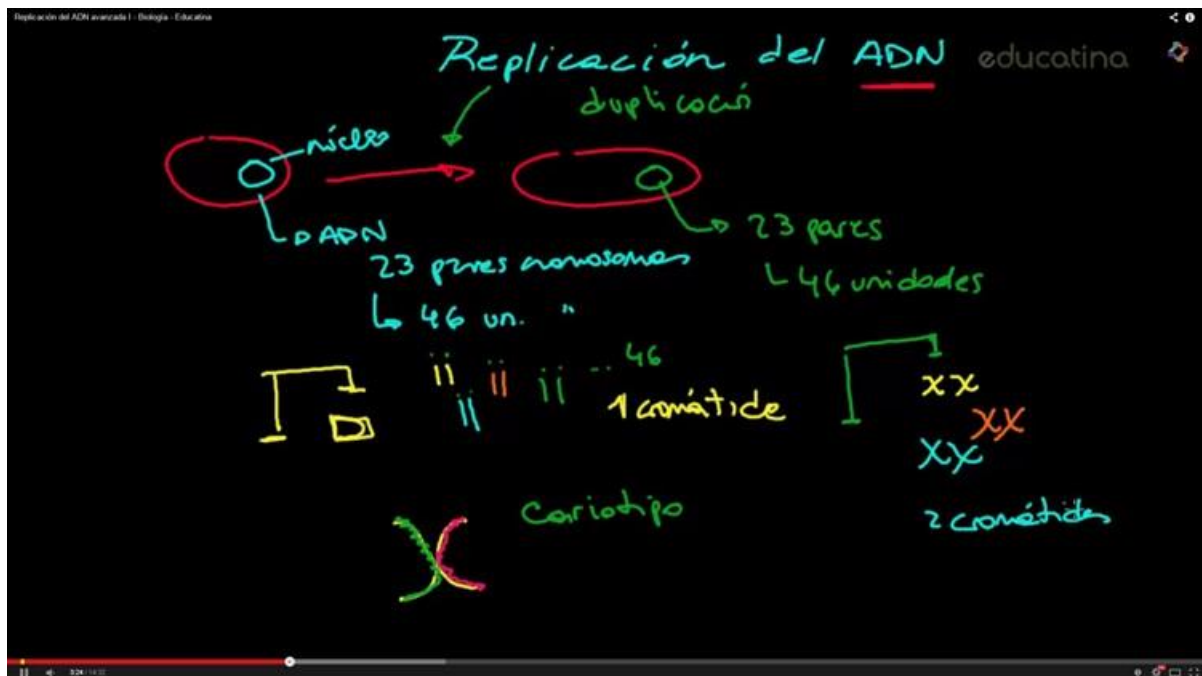
Los problemas planteados por el Proyecto Genoma Humano no tienen relación con la tecnología misma, sino con su uso adecuado. Debido a la importancia de esta nueva herramienta, sus consecuencias éticas, legales y sociales deben ser analizadas mientras el programa todavía está en sus comienzos.

Parte de la oposición a este proyecto argumenta que el investigador puede tender a "jugar a ser Dios" o a interferir con las leyes de la naturaleza. Si nos liberamos de una oposición incondicional al Proyecto Genoma Humano, podemos evaluar las consecuencias éticas con los mismos parámetros que aplicamos cuando examinamos un nuevo diagnóstico o método terapéutico. Los criterios principales son la evaluación de riesgo en relación a la ventaja, el respeto de la persona como ser humano y el respeto de la autonomía y la intimidad.

Es necesario establecer las normas generales éticas y legales a fin de evitar la discriminación y el estigma genético de la población de riesgo

F. Anexo: Videos sobre replicación del ADN y meiosis

Video sobre replicación del ADN. Educatina, educación para América Latina. Recurso de apoyo para la biología II. <http://www.youtube.com/watch?v=IB3hwu9zyxs>



Video sobre La meiosis celular Biología. Educatina, educación para América Latina
Recurso de apoyo para la biología II. ICAHM IESMJM.
<http://www.youtube.com/watch?v=pp9t-psKVrw>

The image shows a handwritten diagram on a blackboard titled "La Meiosis / células sexuales" with the logo "educatina" in the top right. The diagram is organized as follows:

- Meiosis:** A central term in pink with two arrows pointing to "Meiosis I" and "Meiosis II".
- Meiosis I:** A bracket to its right lists the stages: "Pro fase", "meta", "Ana", and "Telo".
- Meiosis II:** A bracket to its right is followed by an equals sign (=).
- Interphase:** A circular diagram on the left shows a cell with "CC" (centrosomes) and "X5" (chromosomes). An arrow labeled "interfase" points to a circle containing "ADN x 2".
- Homologous Chromosomes:** A diagram shows two X-shaped chromosomes, one blue and one red, with a green dot at their intersection. Below them, the word "HOMÓLOGOS" is written and underlined.

G. Anexo: Videos sobre síntesis de proteínas

Transcripción del ADN avanzada. Educatina, educación para América Latina Recurso de apoyo para la biología II. <http://www.youtube.com/watch?v=fA2Vp3qgfDM>

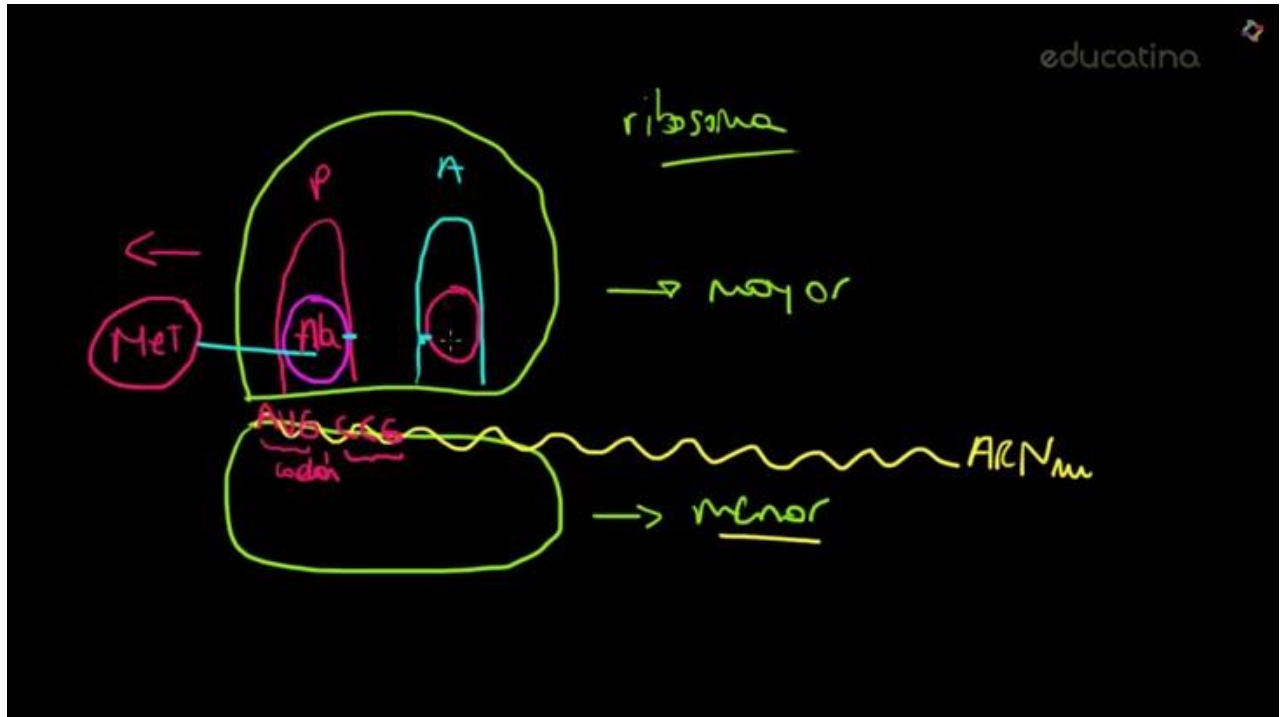
El proceso de transcripción al ADN - Biología - Educatina

<u>ADN</u>	<u>ARN</u>
<u>Ácido desoxirribonucleico</u>	<u>Ácido ribonucleico</u>
<u>Cadena de nucleótidos</u>	<u>Cadena de nucleótidos</u>
<u>Bicatenario</u> 2	<u>Monocatenario</u> 1
ATCG timina	AUGC uracilo

nucleótidos

100% Copia informac genética

Vídeo Síntesis de proteínas. Educatina, educación para América Latina Recurso de apoyo para la biología II. <http://www.youtube.com/watch?v=VEy8TYGs4mA>



H. Anexo: Ejercicio sobre síntesis de proteínas

IETI luz Haydee Guerrero Molina. Área de Ciencias Naturales. Grado noveno
Profesora: Esperanza Narváez B.

Ejercicio sobre síntesis de proteína

En el siguiente cuadro se encuentran algunas de las proteínas que hacen parte de nuestro organismo y una secuencia de bases nitrogenadas que constituyen el gen (hipotético). Cada grupo elige una proteína diferente e inicia el ejercicio.

Proteína	Secuencias de bases nitrogenadas del gen (ADN)
Amilasa	T-A-C-A-A-A-G-A-A-C-A-A-A-G-A-G-G-A-A-C-T
Pepsina	T-A-C-A-A-G-C-A-G-A-A-G-T-G-A-C-G-G-A-C-T
Insulina	T-A-C-A-A-T-G-A-G-C-A-G-A-G-C-A-T-G-A-C-T
Testosterona	T-A-C-G-A-G-C-A-T-G-G-G-T-G-G-C-G-T-A-C-T
Estrógeno	T-A-C-G-A-A-C-A-T-A-G-C-T-T-C-C-C-G-A-C-T
Adrenalina	T-A-C-C-C-T-C-T-C-C-G-C-C-A-C-G-C-C-A-C-T
Miosina	T-A-C-C-G-G-G-C-G-A-C-G-A-A-G-G-G-C-A-C-T
Actina	T-A-C-C-T-C-C-T-A-C-T-C-C-C-T-G-C-C-A-C-T
Osteína	T-A-C-G-T-G-T-T-C-T-G-C-T-C-G-C-C-A-A-C-T
Colágeno	T-A-C-C-T-A-C-A-T-A-A-A-C-A-A-C-G-C-A-C-T
Queratina	T-A-C-G-G-C-T-T-C-A-C-A-G-C-C-C-C-A-C-T
Hemoglobina	T-A-C-T-T-A-G-A-C-C-G-T-C-C-G-C-C-T-A-C-T

Con el Gen seleccionado realice la secuencia de síntesis de proteínas así:

Copie el gen de ADN que le corresponde

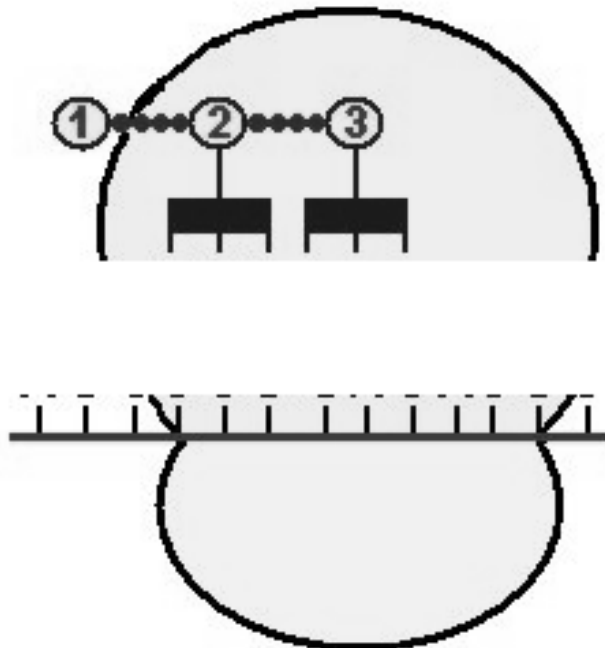
Realice la transcripción, identificando muy bien cada paso

Identifique los codones hallados

Identifique los aminoácidos correspondientes a cada codón. Utilizando la tabla de código de codones e indique cuales son los posibles anticodones en los ARN de transferencia (ARNt) que van a intervenir en la traducción de la proteína.

En el gráfico que representa el ribosoma, ubique:

- La secuencia de ARNm de la proteína con la cual está trabajando
- Los posibles anticodones del ARNt para los codones 2 y 3
- Indique cual sería la cadena de aminoácidos que forman la proteína.



CÓDIGO GENÉTICO

	U	C	A	G	
U	UUU] phe UUC] UUA] leu UUG]	UCU] ser UCC] UCA] UCG]	UAU] tyr UAC] UAA] stop UAG]	UGU] cys UGC] UGA] stop UGG] trp	U C A G
C	CUU] CUC] leu CUA] CUG]	CCU] pro CCC] CCA] CCG]	CAU] his CAC] CAA] gln CAG]	CGU] CGC] arg CGA] CGG]	U C A G
A	AUU] AUC] ile AUA] AUG] met	ACU] thr ACC] ACA] ACG]	AAU] asn AAC] AAA] lys AAG]	AGU] ser AGC] AGA] arg AGG]	U C A G
G	GUU] GUC] val GUA] GUG]	GCU] ala GCC] GCA] GCG]	GAU] asp GAC] GAA] glu GAG]	GGU] GGC] gly GGA] GGG]	U C A G

<http://perso.wanadoo.es/sancayetano2000/biologia/images/codigo.gif>

I. Anexo: Práctica de laboratorio” Determino mi propio grupo sanguíneo”.

Practica de laboratorio: “Determino mi propio grupo sanguíneo”

Pregunta problema: *¿Si una persona es de determinado grupo sanguíneo O, A, B, todos sus hijos deben tener ese mismo tipo de grupo sanguíneo?*

Hipótesis:

Introducción

El sistema de grupos sanguíneos para poblaciones de individuos “en occidente” es el ABO. Los términos “A” y “B” se refieren a proteínas (glicoproteínas) que se encuentran en la superficie de los glóbulos rojos. Los tipos sanguíneos A, B, AB y O son el resultado de tres alelos diferentes de un solo gen que se encuentra en el cromosoma 9. Un individuo puede tener uno de seis genotipos: AA, Ao, BB,Bo, AB, oo El grupo sanguíneo hace parte del fenotipo de un individuo

El factor Rh también es otra proteína que se encuentra en los glóbulos rojos. La mayoría de las personas la tenemos y en ese caso, somos Rh positivos o negativos en caso de ausencia de esta.

Materiales

- Lancetas estériles, guantes desechables, Alcohol, algodón en motas
- Recipiente con límpido para descartar láminas
- Bolsa para descartar lancetas y algodones usados
- Palillos (mondadientes)
- Laminas portaobjetos
- Hemoclasificadores Anti-A, Anti -B y Anti D

Procedimiento

- Limpiar el dedo con la mota de algodón empapada de alcohol. Secar con otro algodón
- Pinchar de manera firme el pulpejo del dedo, preferiblemente el dedo índice, y hacia un lado. Descartar de manera segura la lanceta usada.
- Colocar en el mismo portaobjetos tres gotas grandes, bien separadas una de la otra
- Agregar a la primera gota de sangre, una gota del reactivo azul anti-A, a la segunda gota, agregar una gota del reactivo amarillo anti-B y a la tercera gota, agregar una gota del reactivo transparente anti-D
- Mezclar muy bien con los palillos, utilizando uno diferente para cada gota
- Observar a la lámpara de luz blanca

Interpretación

Observar en las dos primeras gotas la presencia de un granulado fino “aglutinación”, e interpretar así:

	Anti A	Anti B	Anti AB
Si observa grumos o aglutinación en la gota con Anti-A	→ A		
Si observa grumos o aglutinación en la gota con anti-B	→ B		
Si observa grumos o aglutinación en las gotas con anti-A y Anti-B	→ AB		
Si NO observa grumos ni en anti-A ni en Anti -B	→ O		

http://www.medicinapreventiva.com.ve/laboratorio/imagenes/tipos_sangr.jpg

Si observa aglutinación en la tercera gota Anti-D, el individuo será factor Rh POSITIVO.
En caso contrario será Rh NEGATIVO

- Registrar los grupos sanguíneos determinados a tus compañeros de grupo.
- Preparar informe de la práctica.

Diseño: Esperanza Narváez B.

Bibliografía

- ARGENTO, Denise. Estudio exploratorio sobre preconcepciones en el área de genética en alumnos de secundaria italianos y españoles. Trabajo final de magister. Universidad Internacional de la Rioja, facultad de educación. Madrid, enero 2013
- AUDESIRK, Teresa. AUDESIRK, Gerald. BYERS, Bruce E. Biología “La vida en la tierra”. Pearson educación, México Sexta edición. 2003.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. México. 1978.
- AYUSO, G, E. BANET, E. Alternativas de la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 2002, 20(1)
- CABALLERO A. Manuela. Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. Departamento de Didáctica de las ciencias Experimentales. Universidad complutense. *Revista Enseñanza de las Ciencias* , 2008, 26(2).
- CIFUENTES, Ana Lucrecia. SALCEDO, Luis Enrique. “Situaciones problema en Ciencias Naturales como punto de partida para desarrollar competencias interpretativas, argumentativas y propositivas”. *Memorias CIIEC*. Universidad pedagógica, Bogotá, Colombia. .2008
- COBANOGLU, E. Omca, ŞAHIN Birgül, KARAKAYA, Çiğdem. “El examen de los libros de texto de biología de décimo grado en la educación secundaria y las ideas

de los profesores en formación”. Conferencia Mundial de la Ciencia, año 2009. Revista Procedia, ciencias sociales y del comportamiento.

- COLL, César. MAURI, teresa. ONRUBIA Javier. Análisis y resolución de casos-problema mediante el aprendizaje colaborativo. Revista de Universidad y sociedad del conocimiento. Volumen 3 N° 2. Octubre de 2006.
- CUBERO, Rosario. Como trabajar con las ideas de los alumnos. Colección, Investigación y Enseñanza. Serie práctica N° 1. Sevilla, España. 1995.
- DRIVER, R. un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. Conferencia invitada en el 11 Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Valencia 23-25 de septiembre de 1987. Revista Enseñanza de las Ciencias. 1988, 6 (2). Versión de Martínez Torregrosa
- EDER, María Laura; AUDURIZ BRAVO, Agustín. La explicación en las ciencias naturales y su enseñanza: aproximaciones epistemológica y didáctica. Manizales (Colombia), 4 (2): 101 - 133, julio - diciembre de 2008.
- GARCIA G. José Joaquín. RENTERÍA R. Edilma. “Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la Termodinámica”. En: Revista científica Guillermo de Ockham, 11(2). pp. 117-134. Julio-diciembre 2013.
- GARCIA R., José Manuel. Los estilos cognitivos y su medida: estudios sobre la dimensión dependencia - independencia de campo. Madrid. Centro de publicaciones del ministerio de educación y ciencia C.I.D.E. 1989. Pp. 445
- GIL et al. Metodología de la Investigación Cualitativa. Ediciones Aljibe. Granada, España. 1996.

- GIL PÉREZ, Daniel. DE GUZMAN O. Miguel. Enseñanza de las ciencias y la matemática, tendencias e innovaciones. Organización de estados iberoamericanos OEI, para la educación, la ciencia y la cultura. Editorial Popular. Madrid. 1993.
- GILBERT et. Al. Alternative conceptions. Paper presentend at the AAPT, winter meeting. Nueva York. 1993.
- HACKLING, M.W. y TREAGUST, D. Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 21 (2).1984.
- HERNÁNDEZ, C. A. Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia. (capítulo de libro). Colciencias, ICFES, Bogotá. 2001.
- IBAÑEZ ORCAJO, María teresa. Aplicación de una metodología de Resolución de problemas, como una investigación para el desarrollo de un enfoque de ciencia - Tecnología – sociedad en el currículo de biología de educación secundaria. Tesis presentada para optar al título de doctor, bajo la dirección de la Doctora María Mercedes Martínez Aznar. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de educación, departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Madrid, 2003.
- INHELDER, B. y PIAGET J . De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent. (París, PUF). 1955. Traducido al castellano por Paidós. Buenos aires. 1972
- IÑIGUEZ, F.J. La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona. 2005.
- LAGROTTA M, María inmaculada de Lourdes. LABURÚ, Carlos Eduardo. ALVES B., Marcelo. La implementación o no de actividades experimentales en Biología en la Enseñanza Media y las relaciones con el saber profesional, basadas en una

lectura de Charlot. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°3, 2008

- MITCHELL, A y LAWSON, A. E. Predicting Genetics achievement in no major's college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 25 (1). 1.988.
- MOREIRA M. A. Subsidios teóricos para el profesor investigador en Enseñanza de las ciencias. Comportamentalismo, constructivismo y Humanismo. 2009.
- MUTUALE, Augustín. "Bernard Charlot y la práctica del saber". Educere. Revista venezolana de educación, ISSN-e 1316-4910, N°44, 2009. P227-233.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B. (1988). Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca.
- PERALES, F. J. La resolución de problemas: una revisión estructurada. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Campus Universitario de Cartuja. Granada. EN Revista educación y pedagogía. Universidad de Antioquia. Vol. 21. 1998.
- POZO, J.I. GOMEZ M.A. Aprender y enseñar Ciencia. Ediciones Morata, S. L. 2ª edición. Mejía Lequerica. 12.28004. Madrid.321p. 2.000.
- SIGUENZA, A.F. y Sáez, M.J. "Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología". Enseñanza de las Ciencias. 8. 3. 1.990.
- VARELA NIETO, María Paloma. La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Aspectos didácticos y cognitivos. Tesis presentada para optar al título de doctor, bajo la dirección de María Mercedes Martínez Aznar. Universidad complutense de Madrid. Facultad de ciencias de la educación. Centro de formación del profesorado. Departamento de didáctica y organización escolar. Madrid, sf.

-
- VELASQUEZ M., Pablo César. “Empleo de una metodología didáctica para el desarrollo de un enfoque Ciencia-Tecnología-sociedad en ciclo formativo de Genética de la educación media”. Universidad Nacional. Facultad de ingeniería y Administración. Maestría en Enseñanza de las ciencias Exactas y Naturales. Palmira, Valle. 2012.