

DIFICULTADES ASOCIADAS AL APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA MENDELIANA Y MOLECULAR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Jimmy Gaviria Chimonce
Maestría en Educación
Universidad Santiago de Cali

RESUMEN

En este trabajo se muestran las dificultades en el aprendizaje de la genética de los estudiantes y las concepciones previas halladas en la literatura entre los años 2002 – 2024 así mismo, estos resultados fueron contrastados con un caso de estudio para muestra de estudiantes colombianos. Los resultados muestran que, si bien los estudiantes tienen un buen nivel de comprensión del paso de información genética de una generación a otra, enfrentan dificultades para interiorizar y aplicar el conocimiento de manera significativa, especialmente en la aplicación de conceptos a situaciones cotidianas. Se concluye que es crucial adoptar enfoques educativos que aborden estas deficiencias y promuevan una comprensión profunda de los conceptos genéticos.

ABSTRACT

This paper shows the difficulties in students' learning of genetics and the previous conceptions found in the literature between 2002 - 2024, and these results were contrasted with a case study for a sample of Colombian students. The results show that, although students have a good level of understanding of the passing of genetic information from one generation to another, they face difficulties in internalizing and applying the knowledge in a meaningful way, especially in the application of concepts to everyday situations. It is concluded that it is crucial to adopt educational approaches that address these deficiencies and promote a deep understanding of genetic concepts.

Palabras clave: Aprendizaje de la genética, concepciones previas, dificultades asociadas.

INTRODUCCIÓN

La biología tiene diferentes ramas de estudio, en particular la genética resulta de gran interés, dado que, históricamente la herencia y la variación fueron propiedades claves para comprender la evolución de los seres vivos que no se lograron entender hasta entrado el siglo XX (Dobzhansky, 1959). Igualmente, resulta fundamentales en la comprensión del origen de las especies y su adaptación. En sentido moderno, la genética ha revolucionado a la ciencia biológica, no solo ha permitido conocer el rol crucial de los genes, también cómo se heredan y se transfieren generalmente en las poblaciones, la variación genética y sus funciones (Jenkins, 2014; Ojo, 2024). De esta forma, se han consolidado la genética mendeliana, que establece las bases de la herencia biológica y la genética molecular, que permite comprender cómo se transmiten y expresan los genes a nivel molecular (Klug y Cummings, 2003).

En el marco de la enseñanza de las ciencias naturales y particularmente la genética, los estudiantes pueden modificar el conocimiento presentado y construir nuevos aprendizajes basados en la guía del maestro. En algunos casos, es posible que puedan tomar la iniciativa por su cuenta (Patiño, 2018). Esto puede presentar desafíos importantes para profesores y estudiantes dada la complejidad de algunos de sus conceptos (Iguíñez, 2005; Karagoz y Cakir, 2011). Por tanto, antes de abordarla, es importante evaluar los saberes previos de los estudiantes. Este aspecto es fundamental debido a que, en el proceso de aprendizaje de nuevos contenidos, en especial los de carácter científico, los estudiantes no tienen un total desconocimiento acerca de los mismos (Ayuso y Hernández, 2002).

Se han realizado diversas investigaciones las cuales han puesto de manifiesto las dificultades que tienen los estudiantes para aprender las ideas relacionadas con la herencia; entender los mecanismos relacionados con la transmisión genética,

comprender la complejidad de los términos (Figini y Micheli, 2005; Rodríguez; 2014; Vlčková, 2017 y Ojo, 2024; o). Al igual que las dificultades, se han identificado también algunos de los factores que las causan, entre las que se destacan la falta de recursos educativos adecuados, las concepciones erróneas comunes entre los estudiantes y la falta de actualización continua de los métodos de enseñanza para adaptarse a los avances científicos (Duda, 2016).

Este trabajo se estructura con el propósito de reconocer y caracterizar las dificultades en el aprendizaje de la genética reportadas en la literatura científica desde el año 2002 a 2024. Además, busca contrastar estos resultados con los obtenidos a parte de indagaciones en estudiantes de colegios colombianos. Con este fin, se diseña y se aplica un instrumento a los estudiantes, que muestra las ideas previas y las que se han ido configurando en sus años escolares sobre, cromosomas, ADN, meiosis, entre otros conceptos fundamentales de genética. Con lo anterior, se pretende responder la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son las principales dificultades asociadas a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genética mendeliana y molecular reportados en la literatura científica y cómo se pueden contrastar en el caso colombiano?

MARCO CONCEPTUAL

Dificultades en la enseñanza de la genética

Referente a las dificultades en la enseñanza de la genética, la investigación hecha por Bugallo (1995); Banet y Ayuso (1995); Banet y Ayuso (2002) e Iñiguez (2005). Revisa una serie de problemas, entre ellas, el uso de la terminología, es decir el uso incorrecto y ambiguo de los términos; la relación entre conceptos; el no establecer relaciones importantes previamente; la falta de análisis en la resolución de problemas y, por último, que los posibles trabajos prácticos necesitan semanas y hasta meses, lo que no es viable en el ámbito escolar

Otros retos en la enseñanza de la genética según Wood-Robinson *et al* (1998) son cambiar las ideas previas erróneas de los estudiantes con relación a la herencia

biológica; reemplazar las ideas previas erróneas de los estudiantes por conocimiento científicamente aceptado; promover en los estudiantes el aprendizaje de un conocimiento científico que les permita comprender y emplear los avances contemporáneos de la investigación genética y, por último, desarrollar capacidades de resolución de problemas (Knippels et al., 2005; Awang-Kanak et al., 2016).

Respecto al tema, se encuentran otros trabajos como el de Flores *et al* (2020) quienes presentan algunas dificultades que tiene los estudiantes en el aprendizaje de la genética, la comprensión de la organización jerárquica de la información genética; los estudiantes no reconocen, comprenden ni integran los modelos conceptuales de los patrones de herencia, la meiosis y procesos moleculares; finalmente, como efecto de las problemáticas anteriores se encuentra que la enseñanza de la genética se ha centrado en el determinismo del fenotipo a partir del genotipo, en una explicación direccional y desvinculada de las ideas inherentes a la genética moderna.

Concepciones de los estudiantes sobre conceptos de genética

Los estudiantes antes de enfrentarse a nuevos conocimientos científicos en la escuela no llegan en blanco, pues desde fuentes externas reciben información y crean algunas concepciones previas alternativas (Caballero, 2008). La genética no es ajena a esta situación, dado que han sido detectados diferentes esquemas conceptuales alternativos, algunos de estos los conceptualiza Íñiguez y Puigcerver (2013), entre los que se encuentran: los estudiantes presentan dificultad con el concepto de meiosis, ya que no lo relacionan con el proceso de formación de gametos, ni con la resolución de problemas de genética; además, no relacionan la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN. También, tienen la concepción de que el ambiente influye en la aparición de un determinado carácter hasta el punto de considerar que los factores ambientales tienen más influencia que los hereditarios.

Autores como Caballero (2008) y Flores *et al* (2020) afirman que muchas de las ideas previas de los estudiantes corresponden a afirmaciones basadas en creencias comunes, arraigadas en el lenguaje cotidiano, profundamente establecidas y difíciles de cambiar. Estos conceptos erróneos se basan a menudo en experiencias personales y son difíciles de eludir en el camino hacia una comprensión significativa en cualquier área de contenido (Mills *et al*, 2024).

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar las dificultades asociadas al aprendizaje de la genética mendeliana y molecular reportados en la literatura científica.

Objetivos específicos

1. Identificar las dificultades en el aprendizaje de la genética mendeliana y molecular reportadas en las investigaciones.
2. Contrastar las dificultades en la comprensión de la genética reportadas en la literatura con datos obtenidos de los estudiantes colombianos.

METODOLOGÍA

Revisión Bibliográfica

Este apartado expone algunos de los trabajos de investigación que han indagado respecto a las concepciones erróneas de los estudiantes sobre genética. Lo que se pretende es mostrar qué se ha investigado sobre este tema, quiénes lo han abordado y qué hallazgos han encontrado sobre la cuestión. En primer lugar, se realizó la identificación de los estudios a analizar, este paso incluyó la selección de bases de datos y revistas, así como las palabras clave para la búsqueda.

La revisión bibliográfica sobre el tema se realizó en bases de datos como: Google académico, Biblioteca Digital BNM, EBSCOhost, Science Direct, Scielo, Dialnet,

Redalyc para buscar estudios empíricos relevantes del extranjero. Para la búsqueda se seleccionaron los términos “misconception genetics education”, “misconception genetics teaching” y “misconception genetics learning” y “conceptos erróneos sobre genética”. No se encontraron coincidentes bajo palabras clave para la literatura colombiana. Se tomó como criterio de inclusión trabajos de los años 2002 a 2024.

De 125 artículos encontrados en las bases de datos, se excluyeron por los siguientes criterios:

- el título del estudio corresponde al tema
- el resumen del estudio corresponde al tema
- disponibilidad del estudio
- estudios que abordan explícitamente los conceptos erróneos en genética

Tras la aplicación de los criterios anteriores, se descartaron artículos encontrados que no respondieron a los criterios de inclusión.

Los restantes se sometieron a una primera lectura de los textos completos y se estudiaron más detalladamente a partir de este análisis. De 25 documentos totales, el número de estudios finalmente seleccionado corresponde a 13 documentos.

Caso de estudio de contextualización

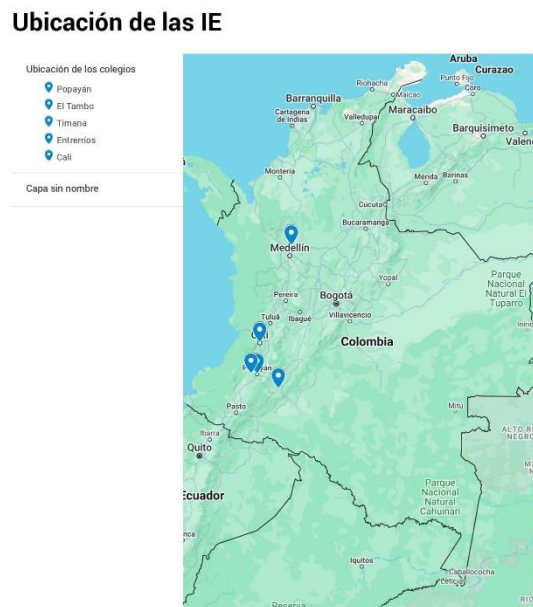
Para el estudio de los conceptos erróneos se escogieron estudiantes de grados 8° y 9° de básica secundaria, y 10° de media, dado que de acuerdo con los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias Naturales (2004) en el grado octavo se orienta genética mendeliana y en noveno introducción a la genética molecular; en este sentido, los estudiantes de décimo ya han abordado ambos temas. Se obtuvo una muestra total de 154 estudiantes, a quienes se les realizó una encuesta a través de Google Forms sobre saberes de genética (link Anexo 1). Este enfoque permitió obtener una muestra que refleja la diversidad de

ubicaciones y edades dentro del país, mejorando la representatividad de los resultados.

El estudio se llevó a cabo en diferentes colegios públicos de Colombia, participando 154 alumnos en total de los grados mencionados (Anexo 2) las edades están comprendidas de entre 12 a 17 años de edad, con rendimiento académico heterogéneo, calificado así según sus profesores.

Figura 1

ubicación en el mapa de los colegios participantes



Diseño y aplicación del instrumento de campo

Se implementa una encuesta, con preguntas propias y adaptadas de Machová y Ehler (2023). La encuesta está diseñada con cuatro secciones principales y una de uso de tratamiento de datos. La primera sección indagó los datos demográficos; luego en la segunda sección se preguntó por la familiaridad que tienen los estudiantes con diferentes conceptos como: meiosis, ADN,

cromosomas, alelos, genes, evolución y herencia biológica. Estas preguntas se estructuraron en una escala Likert; en tercera instancia, las preguntas midieron la capacidad de responder a problemas de conocimiento con respuestas en falso y verdadero, y en la cuarta sección de la encuesta, las preguntas midieron la capacidad que tienen los estudiantes para aplicar el conocimiento de genética en situaciones cotidianas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 13 contribuciones (Tabla 1) la mayoría de los trabajos hablan sobre la conceptualización y entendimiento del ADN como primer tema, seguido por cromosomas. También se encuentra que los europeos han sido pioneros en la investigación sobre las concepciones erróneas de los conceptos de genética, sin embargo, alrededor del mundo tienen la misma preocupación, dado que se encuentran trabajos de África, América, y Asia. En el mismo sentido, la tabla muestra cómo el tema de la evolución es el menos estudiado, como parte de los temas de genética, ya que solo es mencionado en donde se refieren a las mutaciones del ADN.

Tabla 1. Visión general de los 14 estudios seleccionados para su inclusión final en la revisión sistemática

Citación	País	Meiosis	ADN	Alelos	Cromosoma	Genes	Herencia Biológica	Evolución
<i>Aldahmash, Alshaya, y Asiri, (2012).</i>	Arabia Saudita	X	X		X			
<i>Ayuso, y Hernández, (2002).</i>	España	X	X	X	X	X	X	X
<i>Azeglio, Mayoral, y Sara. (2015)</i>	Argentina	X	X	X	X			
<i>Caballero (2008)</i>	España		X	X	X	X		
<i>Flores, et al. (2020).</i>	México		X	X	X	X		
<i>Íñiguez, y Puigcerver, (2013).</i>	España	X	X		X			
<i>Manchova y Ehler (2023)</i>	República Checa	X	X				X	
<i>Mills et al. (2008).</i>	EE. UU		X	X	X	X		
<i>Ojo, (2024)</i>	Nigeria		X	X	X	X	X	
<i>Ruiz, Banet, y López, (2017).</i>	España	X	X		X	X	X	X
<i>Topcu, y Şahin, (2009).</i>	Turquía		X		X	X	X	
<i>Vlčková, J. (2017).</i>	Republica Checa		X	X	X	X		
<i>Vlckova, Kubiátko, y Usak, (2016).</i>	Republica Checa		X	X	X	X		

Identificación de las dificultades en el aprendizaje de la genética

En la literatura científica, trabajos como de Caballero (2008), Íñiguez y Puigcerver (2013), caracterizan una serie de concepciones alternativas como base para la comprensión de la nueva terminología que conlleva esta área, el trabajo de Mills et al (2008), muestra desde escritos de estudiantes, como las preconcepciones son parecidas a barreras para el aprendizaje de los nuevos conocimientos, pues los estudiantes no son lienzos en blanco. Los conceptos que se tuvieron en cuenta fueron: meiosis, ADN, Alelos, cromosomas, genes, herencia biológica, por último, evolución.

Uno de los conceptos que tiene mayor problema para el aprendizaje es la división celular y más particularmente la meiosis. Azeglio et al (2015) afirma que el alumnado no tiene claro las diferentes formas de división celular. También Ruiz et al (2017) señalan que una de las principales dificultades para el estudio de la genética es la similitud de algunos términos, entre los que destacan mitosis y meiosis, que hace que sean fáciles de confundir, y según Aldahmash, et al (2012); Ojo (2023) los estudiantes no tienen una comprensión tácita de lo que es la reproducción celular y al llamar al tema división celular creen que el número de células implicadas se dividirá en la mitad. Sin embargo, Flores (2020) muestra que los alumnos logran reconocer que óvulo y espermatozoide son células especializadas para la reproducción, que se formaron por meiosis.

Es significativo que el nivel de conocimiento en ADN sea tan alto, esto podría atribuirse a la influencia directa del aprendizaje o del entorno cultural. Sin embargo, esto parece indicar que es un término conocido, pero de contenido vacío (Caballero, 2008). Azeglio *et al.* (2015) propone que las concepciones alternativas portadas por los estudiantes los familiaricen con las ideas sobre ADN, pero no necesariamente en cuanto a la idea de su funcionalidad. Otro concepto erróneo es que los estudiantes asumen que las diferentes funciones de la célula requieren un ADN diferente (Machová y Ehler, 2023).

Respecto a los alelos, Azeglio, *et al* (2015) asevera el que concepto de alelo es el menos conocido por ende la dificultad para comprenderlo, y esto puede deberse a varios motivos; en primer lugar, el concepto de alelo está estrechamente relacionado con otros conceptos genéticos como genotipo y fenotipo, dominancia y recesividad, y segregación y recombinación genética. Esta relación puede dificultar que los estudiantes comprendan cada concepto por separado (Caballero, 2008; Ojo, 2024; Mills et al, 2008).

Otro aspecto que puede resultar difícil de entender es la relación entre los cromosomas y la herencia. Según Ruiz, *et al.* (2017) los estudiantes asocian la información hereditaria a otro tipo de conceptos como al ADN; además, existe la confusión de que algunos animales tienen ADN y no cromosomas y viceversa. Asimismo, de acuerdo con Mills *et al.* (2008), menciona que es persistente el desconocimiento de las fuentes de las anomalías de los cromosomas. Caballero (2008) menciona que los principales errores conceptuales se refieren a que los estudiantes consideran que los cromosomas son parte del ADN, que se identifica con factor, gen o gameto o bien, restringen el término únicamente a los cromosomas sexuales, lo que lleva afirmar a Topcu, y Şahin, (2009), que la mayoría de los alumnos no comprenden la función de los cromosomas correctamente

La idea de que un gen siempre es responsable de un rasgo, o que un gen con una mutación siempre causa una enfermedad, es otro error común que se ha observado entre las concepciones de los estudiantes (Mills *et al*, 2008); así como el desconocimiento de cómo los genes determinan las características de los seres vivos (Ruiz *et al*, 2017).

Respecto a la herencia biológica muchos de los estudiantes piensan que sólo las células sexuales son portadoras de herencia (Ayuso y Banet, 2002) perciben su aprendizaje como difícil, debido a la abstracción de conceptos genéticos, la relación entre genotipo y fenotipo, la interacción de múltiples genes, marcadores genéticos, la aplicación de conceptos a situaciones específicas y la confusión de conceptos similares (Ruiz, *et al*, 2017).

Según los trabajos encontrados que hablan del tema, el aprendizaje de la evolución puede presentar diversas dificultades para los estudiantes debido a la naturaleza conceptual y a menudo controvertida de la teoría. Según Ayuso y Hernández (2002) los estudiantes creen que las mutaciones tienen su origen en la necesidad de los organismos de sobrevivir además que consideran a las mutaciones como causa de variabilidad genética y Ruiz, *et al* (2017) saca a colación que los alumnos siguen estando confundidos respecto a las relaciones entre variabilidad y adaptación, incrementándose el número de estudiantes que señalan esta opción como causa de la diversidad de los individuos de la misma especie.

Otras de las dificultades comunes es la comprensión de los conceptos fundamentales de la evolución, como la selección natural, la variación genética y la adaptación (Gregory, 2009). Estos conceptos suelen ser abstractos y requieren un cambio de paradigma en la forma en que los estudiantes perciben el mundo natural. Además, los estudiantes pueden enfrentar dificultades para reconciliar la teoría evolutiva con sus creencias religiosas o culturales, lo que puede generar resistencia al aprendizaje (Hermann, 2011; Kampourakis, K. 2020). Otro desafío importante es la falta de comprensión de los marcos de tiempo geológicos y los procesos evolutivos a largo plazo, lo que puede dificultar la apreciación de la escala temporal de la evolución (Resnick, *et al.* 2012) superar estas dificultades requiere enfoques educativos que fomenten la comprensión profunda de los conceptos evolutivos, así como la apertura al diálogo y la discusión sobre las implicaciones filosóficas y sociales de la teoría de la evolución.

Contraste de las dificultades de la comprensión de la genética reportadas en la literatura con datos obtenidos de los estudiantes colombianos

Como método empírico para identificar los conceptos previos, los diferentes investigadores realizaron un test con preguntas de selección múltiple y abiertas que les diera a los estudiantes la posibilidad de argumentar, entre estos destacan Caballero (2008), Machová y Ehler (2023), Ojo (2023), entre otros. Para efectos de este trabajo, se usaron preguntas con respuestas dicotómicas de falso y

verdadero o de si y no; así mismo, preguntas de percepciones sobre conceptos específicos.

Con respecto a las percepciones, la figura 1 evidencia las preguntas hechas a los estudiantes a través del formulario propuesto (Anexo 1) para la recepción de datos.

Figura 2

Nivel de familiaridad de los conceptos

De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos?

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy familiarizado	Medianamente familiarizado	Poco familiarizado	No familiarizado
La meiosis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El ADN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los alelos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los cromosomas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los genes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La herencia biológica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La evolución	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

La intención de esta sección fue saber qué tanto conocen los estudiantes los términos expuestos, es así como se obtiene que el termino más conocido, o con el que más se familiarizan, es el ADN, le sigue los cromosomas y en tercer lugar los genes; y con el que poco o nada están familiarizados es con el termino de alelos. Las figuras 2 y 3 evidencian la tendencia de los estudiantes, esta tendencia es consistente con Caballero (2008), donde el concepto de alelo es el menos conocido y ADN el más reconocido. En el mismo sentido, Machová y Ehler (2023) encontraron que los estudiantes de diferentes partes del planeta tienen la misma dificultad en concebir cuál es el funcionamiento real del ADN pese a estar familiarizados con el término.

Figura 3

Percepción acerca del ADN

De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos?

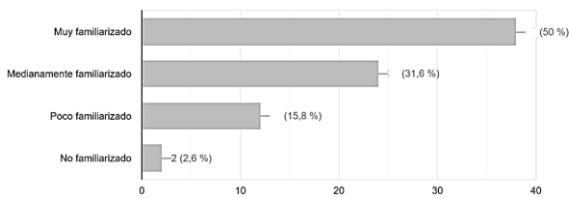
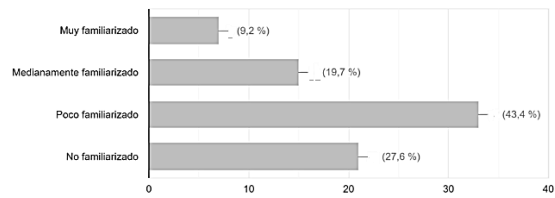


Figura 4

Percepción acerca de los alelos

De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos?



La segunda sección del cuestionario consta de 14 preguntas de conocimiento en las cuales se indagaba qué tantos saberes tenían los estudiantes sobre el tema. De esta sección podemos rescatar que los encuestados, tiene claro que, *El ADN almacena y transmite información genética de una generación a otra*; y que *los rasgos hereditarios son transmitidos de padres a hijos a través de los genes*. Las cuales son las afirmaciones más acertadas. Logrando el 90% de asertividad.

Figuras 5

mejor respuesta sobre Genes

Los rasgos hereditarios son transmitidos de padres a hijos a través de los genes.

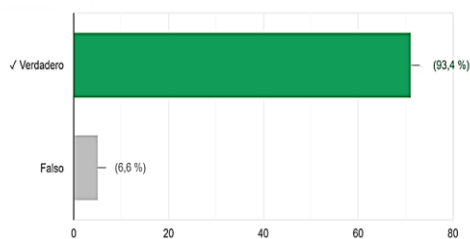
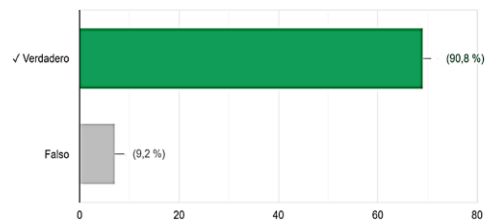


Figura 6

mejor respuesta sobre ADN

El ADN almacena y transmite información genética de una generación a otra.



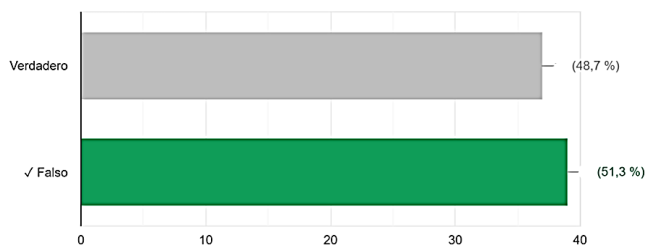
Sin embargo, a afirmaciones como *El ADN es una molécula estable y no se ve afectada por factores externos*; *Los cromosomas son estructuras estáticas y no cambian su forma o función a lo largo de la vida*; y *Los genes solo pueden afectar características físicas de un organismo y no otros aspectos de su*

biología, muestran que los encuestados no tienen la suficiente comprensión del concepto, ya que se encuentran porcentajes cercanos a 50% de acertadas y no acertadas, tal como se muestran en las figuras 6,7 y 8. Lo anterior se relaciona con los hallazgos de Azeglio, *et al.*(2015); Machová y Ehler (2023) frente a que un alto porcentaje de estudiantes no reconoce las funciones de cada proceso, pudiéndose inferir que no hay claridad conceptual.

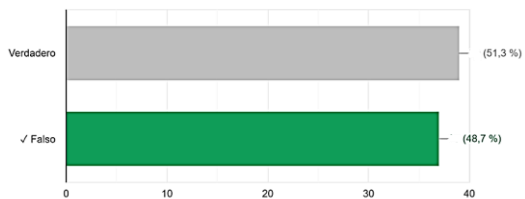
Figuras 7, 8 y 9

Conceptos sin comprensión suficiente

Los cromosomas son estructuras estáticas y no cambian su forma o función a lo largo de la vida.



El ADN es una molécula estable y no se ve afectada por factores externos.



Los genes solo pueden afectar características físicas de un organismo y no otros aspectos de su biología.



En la tercera sección los estudiantes encontraron afirmaciones donde debían aplicar el conocimiento a situaciones reales o cotidianas, de esta forma las 7 afirmaciones dan la oportunidad de desglosar los conceptos académicos a su vida diaria, lo que ayuda a crear un entendimiento profundo y significativo sobre el tema.

En la primera pregunta *¿Con sus saberes actuales podría explicar acerca de la función del ADN a una persona no familiarizada?* El 67.5% de los encuestados dijo que sí eran capaces mientras el restante 32.5% respondió que no. Esto ayuda a inferir que dos tercios de las personas encuestadas podrían considerarse seguras en sus conocimientos actuales para explicar la función del ADN a alguien

que desconoce completamente la cuestión. Lo que para muchos estudiantes de EE. UU. según Mills, *et al* (2008), Explicar las ideas científicas actuales y la información sobre las bases moleculares y genéticas de la herencia hace parte de sus estándares.

En la afirmación *Las fallas en la meiosis puede ser responsable de infertilidad en humanos*, el 63,6% de los encuestados contestó verdadero, lo cual muestra que tienen parcialmente clara la información y que podrían conocer de que la meiosis produce los gametos, sin embargo, según Vlčková. (2017) la comprensión de las relaciones o conexiones entre conceptos es muy débil causado por las dificultades para diferenciar entre reproducción asexual y sexual, además, existe un solapamiento en la comprensión que tienen los alumnos de los mecanismos de transferencia de la herencia y las características de la genética en la reproducción y la división celular. Aldahmash, *et al.* (2012).

En la siguiente afirmación *Si un padre tiene un alelo recesivo para la característica de la calvicie, ¿implicaría que los hijos sufrirían de calvicie?* El 55,8 % de los estudiantes contestó verdadero, lo que implica que cuando se habla de alelos, desde la literatura y este mismo estudio han mostrado que se genera una confusión en el término y la relación con sus implicaciones pueden presentar diversas dificultades, Ayuso y Hernández (2002) muestran que algunas dificultades se relacionan con el nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes; otras son de naturaleza conceptual falta de significado o interpretaciones inadecuadas del concepto de alelo.

La cuarta afirmación hace referencia a *Los seres humanos tienen 46 cromosomas, si se tiene uno de más o de menos no presentaría ningún problema*, a lo anterior, el 62.3% de los estudiantes respondieron falso, eso quiere decir que la mayoría reconoce que tener un cromosoma adicional o faltante es algo perjudicial, sin embargo, la cantidad de respuestas verdaderas son un indicador de una comprensión insuficiente de la importancia de la dotación cromosómica. Como Topcu, y Şahin, (2009) asevera, los alumnos tienen dificultades para aprender conceptos de genética porque estos conceptos de

micronivel son invisibles e inaccesibles. Es difícil aprender términos que no son tangibles como los cromosomas

En la afirmación *la información de los genes ayuda a que puedas ver los colores del arcoíris*, El 57.1% respondió verdadero, lo que evidencia una comprensión errónea al creer que la información genética influye en la capacidad para ver colores específicos del arcoíris, reflejando así una confusión sobre el papel de los genes en la percepción del color.

La herencia biológica se refiere a la transmisión de características de una generación a otra a través de expresiones culturales de los pueblos, corresponde a la quinta afirmación en la que el 62.3% respondió falso, identificando correctamente que la herencia biológica no se limita a expresiones culturales, aunque un porcentaje significativo aún parece tener confusiones al respecto. podemos afirmar que los estudiantes sí llegan con ideas acerca de algunas nociones relacionadas con la Herencia Biológica, a pesar de no haberlos estudiado antes. Ruiz. *et al* (2017)

En la última afirmación *Tomar leche en la adultez se considera un proceso de evolución en los humanos*, solo el 57.1% respondió verdadero, lo cual es cierto, ya que la capacidad de digerir la lactosa en la edad adulta, conocida como persistencia de la lactasa, es un ejemplo de selección natural en acción. En entornos donde la leche de animales domésticos se convirtió en una fuente importante de alimento, aquellos individuos que podían digerir la lactosa tenían una ventaja evolutiva (Hans, 2022).

CONCLUSIONES

Las dificultades en el aprendizaje de la genética identifican varios desafíos que enfrentan los estudiantes. Uno de los principales obstáculos es la complejidad de los conceptos genéticos, como la meiosis, los alelos, los cromosomas, que pueden resultar abstractos y difíciles de comprender. Además, algunos términos, como mitosis y meiosis, son similares, lo que puede generar confusión en los errores

conceptuales. Esto puede dificultar la comprensión de los conceptos básicos de la genética en su aplicabilidad.

Otra dificultad identificada es la falta de comprensión profunda de ciertos conceptos genéticos. Aunque los estudiantes pueden estar familiarizados con términos como el ADN, es posible que no comprendan completamente su funcionalidad y su papel en la herencia biológica. Esto sugiere que, aunque los estudiantes pueden estar expuestos a conceptos genéticos, pueden tener dificultades para interiorizar este conocimiento de manera significativa.

En relación con la evolución, los estudiantes también enfrentan desafíos, al comprender conceptos fundamentales como la selección natural y la adaptación. Estos conceptos abstractos pueden ser difíciles de asimilar, pues pueden chocar con las creencias personales o culturales de los estudiantes, lo que puede generar resistencia al aprendizaje.

Los resultados de la encuesta sugieren que la mayoría de los estudiantes tienen cierto nivel de comprensión sobre algunos conceptos básicos de genética, aunque también pone de manifiesto a algunas áreas de confusión o falta de conocimiento a la hora de aplicar los conceptos a la vida diaria.

Para superar estas dificultades asociadas al aprendizaje de la genética es necesario utilizar enfoques educativos que fomenten una comprensión profunda, significativa y que aborden las concepciones erróneas de manera efectiva.

Como recomendaciones se propone que futuras investigaciones indaguen sobre las concepciones y prácticas pedagógicas que tiene los profesores sobre el tema en cuestión, en forma de complemento a lo que aquí se ha expuesto respecto a las concepciones de los estudiantes y así tener una visión más amplia de los actores educativos frente a la enseñanza y aprendizaje de la genética. Así mismo, en el contexto colombiano, sería importante contrastar los resultados en la zona urbana y rural teniendo en cuenta las brechas entre estos dos sectores.

AGRADECIMIENTOS

*A mi madre y a mi hermana que me ayudaron a iniciar este camino, y a mi
compañera de vida por su apoyo incondicional*

REFERENCIAS:

- Aldahmash, A. H., Alshaya, F. S., y Asiri, A. A. (2012). Secondary school students' alternative conceptions about genetics. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 16(1), 1-21.
<https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7401>
- Ayuso, G. y Hernández, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(1), 133-157.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3983>
- Awang-Kanak, F., Masnoddin, M., Matawali, A., Daud, M. A., & Jumat, N. R. (2016). Difficulties experience by science foundation students on basic mendelian genetics topic: A preliminary study. *Transactions on Science and Technology*, 3(1-2), 283-290.
- Azeglio, L. M., Mayoral, L., y Sara, C. (2015). Concepciones alternativas de genética básica y división celular en estudiantes de secundaria. *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 28-30 de octubre de 2015*, 1-10.
<http://jornadasisfd9.fahce.unlp.edu.ar/cienciasexactas/convocatoria/actas-2015/trabajos-naturales/Azeglio.pdf/view>
- Bahar M., Johnstone A.H. y Hansell M.H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
<https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>

- Banet, E y Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato I. contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos". *Enseñanza de las ciencias*, 13 (2), 137-153
- Banet, E. y Ayuso, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (20), 113-157.
- Benítez, R. A. (2013). La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11937>
- Bugallo, Á. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 379-385. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4258>
- Caballero, M. C. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 227-244. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3677>
- Dobzhansky, T. (1959). Evolution of genes and genes in evolution. In Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology (Vol. 24, pp. 15-30). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Duda, H. J. (2016). Analysis of genetic misconceptions student biology education at STKIP Persada Khatulistiwa Sintang. In *International conference on education: education in the 21st century: responding to current issues* (pp. 369-375).
- Figini, E., y De Micheli, A. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-5. <https://ddd.uab.cat/record/77264?ln=es>
- Flores, F., García, B., Gallegos, L., Báez, A., y Calderón, E. (2020). Logros en la comprensión de temas de genética utilizando representaciones externas. *Revista*

Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 17(3), 1-18.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020v17.i3.3101

Gregory, T. R. (2009). Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and outreach*, 2, 156-175.

Hans, E. (28 de julio 2022). *Los antiguos humanos consumían leche mucho antes de poder digerirla*. Ciencia contada en español.
<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Los-antiguos-humanos-consumian-leche-mucho-antes-de-poder-digerirla>

Hermann, R. S. (2011). Breaking the cycle of continued evolution education controversy: on the need to strengthen elementary level teaching of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 267-274.

Íñiguez, F. y Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327. <http://hdl.handle.net/10498/15441>

Jenkins, J. B. (2014). *Genética: Principios de la genética*. Reverté.

Kampourakis, K. (2020). Students' teleological misconceptions in evolution education: why the underlying design stance, not teleology per se, is the problem. *Evolution: Education and Outreach*, 13, 1-12

Karagoz, M., y Cakir, M. (2011). Problem solving in genetics: conceptual and procedural difficulties. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 11(3), 1668-1674.

Knippels, M. C. P., Waarlo, A. J., y Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108-112.

Klug, W. S., y Cummings, M. R. (2003). *Concepts of genetics* (No. Ed. 7). Pearson Education, Inc.

- Machová, M., & Ehler, E. (2023). Secondary school students' misconceptions in genetics: origins and solutions. *Journal of Biological Education*, 57(3), 633-646.
- Mills Shaw, K. R., Van Horne, K., Zhang, H., y Boughman, J. (2008). Essay contest reveals misconceptions of high school students in genetics content. *Genetics*, 178(3), 1157-1168. <https://doi.org/10.1534/genetics.107.084194>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). Estándares básicos de competencias Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.
- Ojo, A. T. (2024). Examination of secondary school students' conceptual understanding, perceptions, and misconceptions about genetics concepts. *Pedagogical Research*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.29333/pr/14095>
- Resnick, I., Atit, K., & Shipley, T. F. (2012). Teaching geologic events to understand geologic time. *Earth and mind II: A synthesis of research on thinking and learning in the geosciences*. Geological Society of America special paper, 486, 41-43.
- Rodríguez, G. (2014). *El modelamiento como estrategia didáctica para la enseñanza de la Genética Clásica (no molecular) en alumnos de secundaria* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52138>
- Ruiz, C., Banet, E., y López, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 550-569. <http://hdl.handle.net/10498/19507>
- Topcu, M. S., & ŞAHİN-PEKMEZ, E. (2009). Turkish middle school students' difficulties in learning genetics concepts. *Journal of Turkish Science Education*, 6(2), 55-62.
- Vlckova, J., Kubiátko, M., y Usak, M. (2016). Czech high school students' misconceptions about basic genetic concepts: Preliminary results. *Journal of Baltic Science Education*, 15(6), 738-745. <https://oaji.net/articles/2016/987-1482503099.pdf>
- Vlčková, J. (2017). Misconceptions in Genetics: Review Study. *e-Pedagogium*, 17(3). 149-DOI: 10.5507/epd.2017.044

Wood-Robinson, C., Lewis, J., Leach, J., y Driver, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1), 43-61. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4143>

Anexos

Anexo 1. Link para el ingreso al formulario de preguntas de la encuesta realizada a los estudiantes de 8°, 9° y 10°.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdxgyCI5EKsWGY2Ah23pxuR7mcySjtV50w9gUrDhBFz-VgMg/viewform?usp=sf_link

Anexo 2. Tabla de base de datos de las respuestas

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Institución Educativa	Grado	Edad	Sexo	De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos? (La meiosis)	De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos? (La ADN)	De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos? (Los alelos)	De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos? (Los genes)	De acuerdo a su percepción, ¿qué nivel de familiaridad tiene frente a los siguientes conceptos? (La evolución)	La meiosis produce células que solo ocurren en células somáticas.	La meiosis es un proceso de división celular que solo ocurre en células somáticas.	El ADN es una molécula estable y no se ve afectada por factores externos.	El ADN almacena y transmite información genética de una generación a otra.	Un individuo solo puede tener un alelo para cada gen en particular.	Un alelo letal es aquel que, cuando está presente en dos copias, causa la muerte del organismo.	Los seres humanos tienen 46 cromosomas en cada célula somática.	Los cromosomas son estructuras estables y no cambian su forma o función a lo largo de la vida.	Los genes son segmentos de información o ARN.		
8. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
9. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
10. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
11. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
12. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Masculino	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
13. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso
14. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero
15. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Femenino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
16. INSTITUCIÓN EDUCATIVA PANIGUANO	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
17. INSTITUCIÓN EDUCATIVA PANIGUANO	10	17	Femenino	No familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Falso	Falso	Verdadero
18. INSTITUCIÓN EDUCATIVA PANIGUANO	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso	Verdadero
19. Centro educativo pandiguano	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero
20. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
21. Institución Educativa Pandiguano	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	No familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero
22. Pandiguano	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	No familiarizado	No familiarizado	No familiarizado	No familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
23. Pandiguano	10	17	Masculino	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
24. EE	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
25. Errenios	10	17	Femenino	No familiarizado	Muy familiarizado	No familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero
26. Institución Educativa Errenios	10	17	Femenino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
27. Institución Educativa Errenios	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
28. EE	10	17	Femenino	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero
29. Errenios	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
30. I.E.E	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
31. Niño Jesús de Praga	10	17	Masculino	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero
32. Niño Jesús de Praga	10	17	Femenino	Muy familiarizado	Muy familiarizado	No familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
33. Institución Educativa Niño Jesús	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
34. Institución Educativa Niño Jesús	10	17	Femenino	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
35. Niño Jesús de Praga	10	17	Femenino	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
36. Niño Jesús de Praga	10	17	Femenino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
37. Niño Jesús de Praga	10	17	Masculino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
38. Institución Educativa Errenios	10	17	Masculino	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
39. I.E. Liceo Alejandro de Humboldt	10	17	Masculino	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
40. I.E. Liceo Alejandro de Humboldt	10	17	Masculino	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
41. I.E. Liceo Alejandro de Humboldt	10	17	Masculino	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
42. I.E. Liceo Alejandro de Humboldt	10	17	Femenino	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
43. I.E. Liceo Alejandro de Humboldt	10	17	Masculino	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Poco familiarizado	Muy familiarizado	Muy familiarizado	Mediamente familiarizado	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
44. I.E. Liceo Alejandro de Humboldt	10	17	Masculino	Poco familiarizado	Muy familiarizado	No familiarizado	Mediamente familiarizado	No familiarizado	Poco familiarizado	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
45. I.E. Liceo Alejandro de Humboldt	10	17	Masculino	Poco familiarizado	Mediamente familiarizado	No familiarizado	Mediamente familiarizado	No familiarizado	No familiarizado	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	Falso	Falso	Verdadero