



**Universidad de Concepción  
Escuela de Educación**

**CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE GENÉTICA EN ESTUDIANTES DE**

**3<sup>er</sup> AÑO DE ENSEÑANZA MEDIA DE DOS ESTABLECIMIENTOS**

**EDUCACIONALES DE LA CIUDAD DE LOS ÁNGELES.**



**POR**

**GENARO IGOR JIMÉNEZ ESPINOZA.**

---

**Tesis presentada a la Escuela de Educación de la Universidad de  
Concepción para optar al título profesional de Profesor de ciencias  
naturales y biología.**

---

**Docente Guía : Alejandra del Pilar Barriga Acevedo.  
Comisión Informante : Víctor Leandro Campos Araneda.  
Juan Francisco Gavilán Escalona.**

Septiembre, 2020.

Los Ángeles, Chile

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.



*Dedicatoria:*

*Este trabajo está dedicado a aquellas personas que me han apoyaron desde el comienzo de mi formación profesional, mis padres fundamentalmente, familiares y todos quienes creyeron en mí brindándome constantemente su apoyo. Dedicado a mis hermanas, mi polola y a mis dos abuelas que durante este proceso de formación profesional dejaron este mundo pero que siempre me alentaron a superarme.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Ahora que he finalizado este trabajo de investigación, siento la necesidad de agradecer a cada una de las personas que formaron parte y además fueron un aporte en este largo y gratificante camino, alentándome día a día en el trabajo metódico de la investigación, y también siendo parte activa de esta misma. Agradezco en primer lugar a mi profesora guía Alejandra Barriga por su gran apoyo en lo que duró este trabajo, quien además de orientarme en la construcción de este, mostro un gran compromiso para que la investigación se efectuara a pesar de las adversidades que ha acarreado en todo orden de cosas la pandemia del COVID-19. Por otro lado agradecer a los docentes de la comisión evaluadora por sus aportes y por contribuir en una mejor ejecución de este seminario de título y por último, agradecer la disposición brindada por parte de los establecimientos investigados (Liceo Alemán y Liceo Los Ángeles A-59 Bicentenario), a los estudiantes que conformaban cada curso encuestado y a los docentes a cargo de ellos, que siempre estuvieron dispuestos a ayudar en que se efectuara de buena forma la recolección de la información requerida para esta investigación.

¡Muchas gracias a todos!

Septiembre, 2020

## Tabla de Contenido

<b>Portada</b> .....	1
<b>Dedicatoria</b> .....	2
<b>Agradecimientos</b> .....	3
<b>Tabla de Contenidos</b> .....	4
<b>Índice de Tablas</b> .....	6
<b>Índice de Ilustraciones</b> .....	7
<b>Resumen</b> .....	8
<b>Introducción</b> .....	9
<b>Propuesta de investigación</b> .....	13
Objeto de estudio.....	13
Pregunta de Investigación.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivo Específico.....	13
Hipótesis.....	14
<b>Marco referencial</b> .....	15
Crisis de la Educación Científica.....	15
Concepciones Alternativas.....	19
Características de las Concepciones Alternativas en Genética.....	23
Concepciones Alternativas y proceso de Enseñanza	
Aprendizaje.....	26
La Genética en el Currículo Nacional.....	28
<b>Diseño Metodológico</b> .....	31
Enfoque de la investigación.....	31
Dimensión temporal.....	31
Diseño de estudio.....	31
Alcance de la investigación.....	32
Población.....	32
Muestra.....	32
Unidad de análisis.....	32
Variable de estudio.....	33

Técnica de Recolección de información.....	33
Análisis de Datos.....	35
<b>Resultados</b> .....	37
Prueba piloto: Fiabilidad del instrumento.....	38
Análisis del cuestionario aplicado a los estudiantes de 3 <sup>er</sup> año de enseñanza media.....	39
Ítem nº1: Preguntas de respuestas abiertas sobre estructura y localización de material genético.....	39
Ítem nº2: Preguntas de respuestas cerradas con respecto a la presencia de cromosomas en distintos organismos.....	41
Ítem nº3: Preguntas de respuestas cerradas con respecto a la presencia de material genético en distintos tipos de células.....	42
Ítem nº4: Afirmaciones para la detección tanto de concepciones alternativas y conceptos sobre división celular, como de conocimientos de genética básica.....	44
Resultados del Análisis estadístico de significancia.....	46
<b>Discusión</b> .....	47
<b>Conclusión</b> .....	57
<b>Sugerencias</b> .....	59
<b>Bibliografía</b> .....	60
<b>Anexos</b> .....	66

## Índice de Tablas

1.1 Frecuencia de puntajes obtenidos para datos agrupados .....	37
1.2 Resultados del cálculo del Alfa de Cronbach .....	38
2.1.3 Concepciones alternativas sobre estructura y localización del material genético.....	40
2.3.4 Concepciones alternativas con respecto a la presencia de material genético en distintos tipos de células.....	43
2.4.5 Mecanismos de división celular, cromosomas y ADN, y conceptos de genética básica.....	45



## Índice de Ilustraciones

<b>Gráfico 1:</b> Histograma de frecuencia para datos agrupados obtenidos en la prueba piloto.....	38
<b>Gráfico 2:</b> Porcentajes de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 1....	39
<b>Gráfico 3:</b> Porcentajes de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 2.....	39
<b>Gráfico 4:</b> Porcentajes de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 3.....	39
<b>Gráfico 5:</b> Porcentajes de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 4....	39
<b>Gráfico 6:</b> Porcentajes de respuestas respecto a las Plantas.....	41
<b>Gráfico 7:</b> Porcentajes de respuestas respecto a los Animales.....	41
<b>Gráfico 8:</b> Porcentajes de respuestas respecto a las Bacterias.....	42
<b>Gráfico 9:</b> Porcentajes de respuestas respecto a los Hongos.....	42
<b>Gráfico 10:</b> Porcentaje de concepciones alternativas con respecto a la presencia de material genético en distintos tipos de células.....	43



## Resumen

La enseñanza de las ciencias constituye una tarea de gran dificultad, debido a lo complejo que resulta lograr aprendizajes significativos. Esta problemática ha suscitado diversas líneas de investigación en la didáctica de las ciencias, como es la identificación de concepciones alternativas (CA) a la hora de enseñar. Por esta razón, es que la siguiente investigación tuvo como objetivo principal indagar la presencia de CA sobre genética en estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles (Municipal y Particular).

Para identificar las CA se utilizó un cuestionario de respuestas abiertas, cerradas e interrogantes en donde los estudiantes dibujaran las estructuras del material hereditario. La investigación fue de carácter mixto y de tipo descriptivo comparativo. El análisis de los resultados obtenidos se realizó a través de estadística descriptiva por medio del programa Excel 2010 y el análisis de significancia por el programa Past, ambos de versión gratuita.

Los resultados obtenidos permiten concluir que los estudiantes si poseen CA sobre genética, las que coinciden con las halladas en otras investigaciones. Las CA más frecuentes guardan relación con los conceptos de cromosoma, gen y locus, la ausencia de cromosomas en hongos y bacterias, y la presencia de información hereditaria sólo en células sexuales. Los procesos de mitosis y meiosis se encuentran mejor conceptualizados en los alumnos del establecimiento particular que del establecimiento municipal, y finalmente si bien se observan más CA en los alumnos pertenecientes al establecimiento municipal, esa diferencia no es estadísticamente significativa.

**Palabras claves:** Concepciones alternativas, genética y didáctica de las ciencias.

## Introducción

Generalmente, las personas poseen distintas formas o modelos para explicar el mundo que les rodea, cuando estas ideas difieren en mayor o menor grado a las aceptadas actualmente por la ciencia reciben el nombre de concepciones alternativas (Azeglio, Mayoral y Sara, 2015; Rodríguez y Díaz, 2012).

A partir de los años 80 las concepciones alternativas de los estudiantes, expresadas en errores conceptuales (*misconception*, en inglés), ciencia de los niños, ideas previas o preconcepciones, ha sido una de las primeras líneas de investigación en la didáctica de las ciencias, considerándolas el punto de partida en la búsqueda de referencias para la innovación de la enseñanza (Carrascosa, Gil y Valdés, 2004; Redondo y Cañada, 2016; Bello, 2004; Calixto y García, 2011). Es así como Carrascosa y colaboradores (2004), señalan que basta con plantear algunas preguntas a los estudiantes, en donde deben aplicar sus conocimientos, para visualizar el problema de los errores que se suelen cometer al hacer uso de diferentes conceptos básicos de ciencias. Por ello Campanario y Otero (2000), luego de analizar diferentes trabajos realizados en torno a las ideas previas de los estudiantes, como por ejemplo las investigaciones desarrolladas por Ausubel, Novak y Hanesian (1983), plantea que el profesor de ciencias debe considerar los conocimientos científicos alternativos que poseen los estudiantes a la hora de realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Si bien durante mucho tiempo la enseñanza de conceptos teóricos preocupó a los profesores de ciencia bastante menos que otros aspectos, como fueron la resolución de problemas y la realización de prácticas de laboratorio (Carrascosa et al., 2004), hoy el foco de atención vuelve nuevamente a ellos, más aun cuando se ha demostrado que los errores que se cometen no constituyen simples olvidos o equivocaciones momentáneas, si no que se expresan como ideas seguras y persistentes, afectando no tan solo a alumnos sino que también a los profesores (Carrascosa et al., 2004) y

que según Driver et al. (1985), investigadora líder en el Movimiento de las Concepciones Alternativas (citada en Azeglio et al., 2015), señala que uno de los principales inconvenientes en la enseñanza de las ciencias es la existencia de estas múltiples concepciones alternativas en el alumnado.

Entre las posibles causas en la abundancia y persistencia de estos errores, por parte de los estudiantes, se señalan principalmente las experiencias y observaciones de su vida cotidiana, las concepciones transmitidas por el docente, las que transmiten los libros de texto y otros materiales escolares, la interferencia del lenguaje cotidiano con el científico, las concepciones transmitidas por los medios de comunicación y la cultura propia de cada civilización (Pozo, 1996).

Una de las disciplinas que no se encuentra ajena a estas dificultades, detectándose diferentes esquemas conceptuales alternativos, es la genética (Íñiguez y Puigcerver, 2013; Figini y De Micheli, 2005; Argento, 2013; Abraham, Pérez y Price, 2014). En donde los conceptos, que forman parte de ella, son frecuentemente temas de actualidad y tienen implicancias sociales significativas, ya sea en investigaciones médicas, ingeniería genética y biotecnología; por tanto, la ciudadanía debe manejar esta información en forma correcta para poder tomar parte activa de las discusiones que se generan en esta área (Figini y De Micheli, 2005; Argento, 2013). Es así como algunos autores aseguran que los estudiantes que desarrollen un correcto entendimiento de los conceptos y procesos genéticos, estarán mejor capacitados para entender la realidad y más preparados para participar en decisiones importantes, valorando el conocimiento científico como un proceso de construcción que depende de las necesidades de la sociedad y del momento histórico en el que se vive (Abril, Mayoral y Muela, 2004).

Por esta razón, en este estudio nos centraremos en la genética como disciplina científica a enseñar, ya que tal como menciona Caballero (2008), representa una de las ramas de la biología que más ha avanzado y más se

ha popularizado hoy en día, por lo que la comprensión y la asimilación de estos conocimientos se torna prioritario para conducir a una sociedad alfabetizada científicamente (Klop y Severiens, 2007), la cual podrá analizar con fundamentos y críticamente distintas interrogantes que se le presenten, como por ejemplo: cuáles serán los efectos de las terapias génicas sobre el acervo genético humano, quién debe tener el control sobre el desarrollo y uso de estas nuevas tecnologías o aspectos relacionados con la discriminación o la privacidad de la información genética (Venville y Donovan, 2007).

Sin embargo y pese a la gran importancia de la enseñanza de estos contenidos, investigaciones en didáctica de las ciencias muestran que el aprendizaje de la genética aparece entre las disciplinas de mayor dificultad y, más en concreto, tres de sus áreas: mitosis-meiosis, genética mendeliana y teoría cromosómica son poco significativos y de difícil comprensión por los estudiantes (Smith, 1988; Bugallo, 1995; Íñiguez y Puigcerver, 2013), quienes han demostrado tener problemas en reconocer la estructura de los cromosomas, donde se encuentran y como es su relación con los genes y la molécula de ADN (Banet y Ayuso, 1995; Banet y Ayuso, 2000; Íñiguez y Puigcerver, 2013), no relacionando la segregación de cromosomas con reparto de genes y no comprendiendo que la variabilidad genética se produce por la recombinación de los genes durante la meiosis y la fecundación (Abril et al., 2004). A su vez, presentan escasos conocimientos de los conceptos fundamentales de genética básica, entre ellos: gen, cromosoma, alelo, carácter, locus, gametos y cigoto, y no comprenden la relación existente entre dichos conceptos (Ayuso y Banet, 2002), señalándose que entre las causas del origen de estas dificultades en el aprendizaje de ellos radica en los deficientes conocimientos previos y formas de razonamiento de los alumnos, las inadecuadas estrategias didácticas implementadas y las características del texto para el estudiante utilizado (Figini y De Micheli, 2005).

Por tales razones, la siguiente investigación tiene como objetivo principal identificar las concepciones alternativas sobre genética en estudiantes de tercer año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles (Municipales y Particular pagado), quienes han cursado previamente las unidades de “Genética” y “Manipulación Genética”, debido a que este término resulta ser más pertinente para reconocer aquellos conceptos que no han podido ser incorporados como conceptos científicos (Calixto y García, 2011), aun cuando ya han recibido la enseñanza formal. Las unidades mencionadas anteriormente contribuyen a la comprensión de que el material genético se transmite de generación en generación durante la división celular, desarrollando habilidades científicas como la observación de fenómenos celulares y genéticos, y a la profundización en los conocimientos sobre el ADN, evaluando aspectos éticos, sociales y legislativos relacionados con las tecnologías ligadas al ADN (Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC], 2016). Como herramienta para el logro del aprendizaje de los contenidos recién mencionados se proponen las estrategias de cambio conceptual, las cuales señalan que siempre se debe comenzar el estudio de un tema sacando a la luz las preconcepciones que los estudiantes tienen y a continuación ponerlas en cuestionamiento, a través del uso de contraejemplos, provocando así conflictos cognitivos que los preparen para aceptar las ideas científicas correctas, ya que estas investigaciones han puesto de manifiesto que las técnicas de enseñanza son más eficientes cuando, en primer lugar, se identifican las ideas de los alumnos (Redondo y Cañada, 2016).

## **Propuesta de Investigación**

### **Objeto de estudio:**

Concepciones alternativas sobre genética en estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles.

### **Pregunta de investigación:**

¿Cuáles son las concepciones alternativas sobre genética que poseen los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles?

### **Objetivo General:**

Indagar la presencia de las concepciones alternativas sobre genética en estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles.

### **Objetivos Específicos:**

- 1.- Identificar las concepciones alternativas sobre genética que presentan los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles.
- 2.- Analizar las concepciones alternativas sobre genética que presentan los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles.
- 3.- Determinar cuáles son las concepciones alternativas más frecuentes sobre genética que poseen estudiantes de 3<sup>er</sup> año enseñanza media en la ciudad de Los Ángeles.

**Hipótesis:**

H1: Los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles poseen concepciones alternativas sobre genética.

HO: Los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles no poseen concepciones alternativas sobre genética.



## Marco referencial

### **1. Crisis de la educación científica:**

Desde hace ya varias décadas, la afirmación de que “el aprendizaje significativo de las ciencias es una tarea con un índice de fracaso bastante elevado por parte de los estudiantes”, resulta una realidad que difícilmente podría sorprender a los investigadores y profesores de ciencias hoy en día (Campanario y Otero, 2000).

En consecuencia, ante las dificultades y carencias que presenta la enseñanza de las ciencias, es que surge una crisis dentro de la educación científica, la que se traduce en que los estudiantes parecen aprender mucho menos ciencia de la que se les está enseñando y al mismo tiempo cada vez están menos motivados por aprenderlas (Pozo, 1997).

Cuenta de ello lo dan los resultados obtenidos en pruebas estandarizadas a nivel mundial, como por ejemplo la prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), la cual constituye actualmente uno de los instrumentos más relevantes en la medición del nivel de alfabetización científica en el que se encuentran los jóvenes de diferentes países. Mediante esta prueba se busca medir los resultados deseables en educación científica que los países participantes han acordado, sin que ello obligue a tener un mismo currículo. Esta prueba es aplicada a alumnos de aproximadamente 15 años, que en Chile corresponde aquellos estudiantes que se encuentran cursando 2º año de enseñanza media (González, Martínez, Martínez, Cuevas y Muñoz, 2009).

Chile ha participado en PISA en los ciclos 2001, 2006, 2009, 2012, 2015 y 2018, obteniendo como resultado en ciencias los puntajes de 415, 438, 447, 445, 447 y 444 puntos hasta el año 2018 respectivamente, (Agencia de Calidad de la Educación, 2019). Los estudiantes chilenos que rindieron la prueba PISA en los años 2012, 2015 y 2018 no obtuvieron un puntaje mayor a 447 puntos promedio, ubicándose muy por debajo del

promedio de la OCDE (489 puntos). Sin embargo, respecto a los resultados obtenidos en PISA el año 2018, los estudiantes chilenos se encuentran ubicados en la primera posición respecto al promedio latinoamericano que corresponde a 403 puntos. Además, considerando los “niveles de desempeño de la escala global de Ciencias Naturales”, el 35,3% de estudiantes chilenos de 15 años de edad no alcanzan el nivel 2 de competencias científicas, el cual como ha sido determinado por diversos estudios hechos en países como Canadá y complementado por datos obtenidos por PISA, representa el umbral que debe ser alcanzado a los quince años para continuar exitosamente el desarrollo personal, la carrera educativa y la posterior inserción al mundo laboral (Agencia de Calidad de la Educación, 2012; Agencia de Calidad de la Educación, 2017; PISA, 2009). Por otro lado, menos del 1% de los estudiantes en Chile demuestra poseer competencias científicas avanzadas del tipo que muestra el Nivel 6 de la escala global de Ciencias Naturales (nivel máximo), solo un 1,2% llega al Nivel 5 y 6, el 9,1% de los estudiantes alcanza el Nivel 4, por lo cual, solo un 10,3% de estudiantes posee las mayores competencias científicas, correspondiente al nivel 4, 5 y 6 (Agencia de Calidad de la Educación, 2017).

Otro estudio realizado a nivel internacional es el estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS, del inglés Trends in International Mathematics and Science Study), que busca proveer información de calidad acerca del logro de los aprendizajes de ciencias y matemáticas, y de los contextos en que los estudiantes aprenden. La prueba TIMSS se imparte cada 4 años desde 1995, su escala de medición es de 1000 puntos y Chile participa desde el año 1999. Chile en todas sus evaluaciones por TIMSS en el área de ciencias naturales jamás ha superado los 500 puntos, obteniendo la primera vez en el año 1999 un resultado de 420 puntos, luego en el año 2003 413 puntos, en el año 2007 no participo de la evaluación, se reincorporo en el año 2011 en donde obtuvo 461 puntos y finalmente bajo su puntaje en el año 2015 a 454 puntos, puntajes que evidencian un estancamiento de la educación científica de nuestro país

(Agencia de Calidad de la Educación, 2012; Agencia de Calidad de la Educación, 2015; Unidad de Currículo y Evaluación, 2004).

Además, no solo pruebas a nivel internacional dan cuenta de lo débil que es la educación científica en Chile, el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) lo confirma, dando a conocer los resultados obtenidos en ciencias naturales por los estudiantes de 8° año básico en la década de los años 2007 a 2017, donde se evidencia también una suerte de estabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en este periodo. En el año 2007 se obtuvieron 258 puntos en la prueba de Ciencias Naturales rendida por estudiantes de 8° año básico, mismo resultado obtenido en el año 2017. Sin embargo, en el año 2013 se registró un alza, con un resultado en la prueba de 272 puntos, puntaje que disminuyó en el año 2015 a 266 puntos y en el año 2017 a 258 puntos (Agencia de Calidad de la Educación, 2017).

Estos resultados dan cuenta de que la educación científica en Chile no está avanzando como se esperaría que lo hiciera y diversos son los factores que están influyendo en esta situación. Uno de los factores de mayor importancia en la crisis de la educación científica son los docentes de Ciencias Naturales, quienes al parecer no están cumpliendo con los objetivos educacionales necesarios de la época, como son el desarrollo de competencias, habilidades y actitudes que apuntan al logro de una alfabetización científica necesaria para desenvolverse en el mundo actual.

Es así como González et al. (2014), señalan que la transformación de las prácticas docentes es fundamental para una correcta alfabetización científica, pero las falencias que impiden el logro de este objetivo en la formación de un docente, comienzan desde los orígenes de la formación académica del futuro educador; es decir, desde el recuerdo que este posee de sus profesores en la escuela hasta las prácticas en su formación inicial docente, en donde se le enseña cómo enseñar, pero a la vez se le enseña de la forma en que no debería enseñarse.

En Chile el año 2017 se llevó a cabo la Evaluación Nacional Diagnóstica de la Formación Inicial Docente, la cual evalúa los conocimientos pedagógicos y disciplinarios-didácticos de las diferentes carreras de pedagogía. La evaluación se compone de una Prueba de Conocimientos Pedagógicos Generales (PCPG) y de una Prueba de Conocimientos Disciplinarios y Didácticos (PCDD), en la primera prueba se evalúan conocimientos, habilidades y actitudes profesionales necesarios para los procesos de enseñanza que deben poseer los estudiantes de carreras de pedagogía, independientemente de la disciplina que enseñan, y la segunda evalúa los conocimientos propios de la disciplina y de su proceso de enseñanza-aprendizaje, basada en los estándares disciplinarios vigentes para cada carrera (Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas [CPEIP], 2018).

Si analizamos los resultados obtenidos el año 2017 en la PCPG para las carreras de Pedagogía en Educación Media Biología, podemos observar que del total de estudiantes pertenecientes a los programas de educación General de las distintas instituciones que rindieron esta prueba, en los temas de Aprendizaje y desarrollo de niños y niñas, Diseño e implementación de la enseñanza y La profesión docente y el sistema educacional chileno, se obtuvo un porcentaje de respuestas correctas de 49,7%, 53,4% y 51,0% respectivamente, y en la PCDD, específicamente en el tema de Ciencias Naturales, el porcentaje de respuestas correctas fue 49,9%. A su vez, el año 2018 los resultados obtenidos en los temas de Aprendizaje y desarrollo de niños y niñas, Diseño e implementación de la enseñanza y La profesión docente y el sistema educacional chileno fue de 63,7%, 67,9% y 57,9% de respuestas correctas respectivamente, observándose un incremento para cada una de ellas. Sin embargo, los porcentajes de respuestas correctas en la PCDD, y específicamente en el tema de “Herencia y evolución biológica” se registraron una disminución entre ambos años, obteniéndose en el 2017 un 43,8% y en el 2018 un 43,6% de respuestas correctas, siendo este tema el de más baja aprobación para los años 2017 y 2018, dejando en evidencia

la poca apropiación de este conocimiento por parte de los futuros profesores de enseñanza media de Biología (CPEIP, 2018).

## **2. Concepciones alternativas.**

La Didáctica de las Ciencias se constituyó como un campo científico de investigación a raíz del llamado Movimiento de las Concepciones Alternativas, el cual fue liderado por Rosalind Driver en Inglaterra y por Laurence Viennot en Francia hace aproximadamente cuatro décadas (Tamayo, 2016).

Las concepciones alternativas según Calixto y García (2011), corresponden a construcciones personales, con las cuales el sujeto explica la realidad que conoce e interioriza las experiencias que vive de modo que resulten coherentes para él. A su vez Azeglio et al. (2015), señala que cuando estas ideas no se parecen a las aceptadas actualmente por la ciencia reciben esta denominación. Por otra parte, Caballero (2008) menciona que dependiendo del autor han sido denominadas de distintas formas, como por ejemplo: Ausubel las denominó preconceptos, Novak las llamó concepciones erróneas, Osborne y Freyberg se refirieron como ideas de los niños, Pozo y Carretero las consideraron concepciones espontáneas y Giordan y De Vecchi las llamaron representaciones.

Si bien vemos que a estas concepciones se les ha asignado diferentes denominaciones, el término más utilizado en los últimos años ha sido el de concepciones alternativas, el cual da a conocer que no todas las ideas que poseen los estudiantes son erróneas, aunque pueden sugerir que estas ideas son una segunda opción para otras ideas (Caballero, 2008). Además, Azeglio y colaboradores (2015) señalan que el término de concepciones alternativas es el que se utiliza con mayor consenso, y Calixto y García (2011) plantean que este término resulta ser más pertinente para reconocer aquellos conceptos que no han podido ser incorporados como conceptos científicos y que cada uno de los términos mencionados anteriormente tienen un sentido diferente, en donde las concepciones

alternativas, al igual que los marcos alternativos, ideas pre-instruccionales y esquemas conceptuales alternativos no involucran una subvaloración de la idea de los alumnos, ya que son valoradas como conocimiento cotidiano que debe ser conciliada con el conocimiento científico vigente (Cubero, 1994), por lo que en esta investigación se utilizará el término de concepciones alternativas.

Es así como los errores conceptuales o concepciones erróneas implican la comparación de las ideas de los sujetos con el conocimiento científico y son valoradas como equivocadas; en la ciencia de los niños se acepta la existencia de representaciones diferentes a las científicas, estableciendo relaciones entre ambas (Calixto y García, 2011). Por otro lado, el término de preconcepciones o ideas previas se refieren a la expresión de una serie de ideas que no tienen el estatus de comprensiones generalizadas, tales como las que caracterizan al conocimiento científico (Calixto y García, 2011).

Finalmente, Calixto y García (2011) definen el término de concepciones alternativas como un conjunto de comprensiones desarrolladas por el estudiante, las que se relacionan con un mismo conjunto de fenómenos, pero son distintos de los modelos de explicación científica. Éstas se emplean para enfatizar sobre la existencia de concepciones en el sujeto e indicar que los estudiantes han desarrollado representaciones autónomas para conceptualizar su experiencia con el mundo. Por ello, Cubero (1994) las define como representaciones mentales de las personas sobre el mundo natural que difieren del conocimiento científico vigente.

Existen diferentes causas que dan origen a estos conocimientos que difieren del conocimiento científico formal; por ejemplo, hay quienes señalan tres posibles orígenes para las concepciones alternativas: en primer lugar las experiencias cotidianas de los estudiantes, en segundo lugar las experiencias obtenidas durante la enseñanza y finalmente aquellas concepciones alternativas entregadas por los profesores y libros de texto,

evidenciando que un gran número de las concepciones alternativas pueden no haber sido originadas por sus experiencias personales si no que haber tenido su origen en la escuela, producto de una inadecuada enseñanza impartida por el docente o debido incluso a las concepciones alternativas que poseen los profesores (Dreyfus y Jungwirth,1988 en Calixto y García, 2011).

Por otra parte, Abril (2010) menciona que una nueva posible causa para el desarrollo de concepciones alternativas en contenidos relacionados con la genética es el cine, haciendo referencia a la influencia de los medios de comunicación en el desarrollo de concepciones alternativas por parte de los estudiantes. Dentro de las películas que más han influido se encuentran: La Isla, Parque Jurásico, Spiderman, X-Men, Las Tortugas Ninja y El Sexto Día.

Uno de los aspectos más característicos de las concepciones alternativas es su resistencia al cambio (Rodríguez, 1999; Calixto y García, 2011), esta resistencia a la educación formal se debe en gran medida a que sería utilizada en un determinado contexto por el alumno (la sala de clases) y las concepciones alternativas serían utilizadas por este en su vida cotidiana. Es así como ciertos autores mencionan que existen características bien definidas para describir las concepciones alternativas, como son: coherencia, universalidad, persistencia y consistencia, explicándose así lo complejo que sería erradicarlas de las estructuras cognitivas del estudiante. Sin embargo, tener en cuenta estas características, permite tener mayor claridad de las estrategias didácticas que se podrían implementar como medida remedial.

- La “coherencia” se refiere a que estas concepciones presentan una relación con otros contenidos que el estudiante maneja o con alguna otra teoría similar que le permite contrastar con su concepción alternativa, esta coherencia e interrelación que se genera en la estructura cognitiva del

estudiante resultaría ser una gran dificultad para lograr el cambio conceptual (Pinto, Aliberas y Gómez, 1996).

- La “universalidad” hace referencia a que estas concepciones alternativas se encuentran presentes en diferentes partes del mundo, en los cuales queda demostrado que las concepciones alternativas se repiten en diferentes contextos, existiendo ciertas diferencias particulares ligadas a los currículos educativos de cada país; sin embargo, se ve un patrón de concepciones alternativas que se repiten independiente de él (Pinto et al., 1996; Calixto y García, 2011).

- La “persistencia” hace referencia a su una gran resistencia al cambio conceptual en el estudiante, más aún cuando estas concepciones alternativas han sido generadas mediante experiencias vividas por los educandos. Por esta razón, se debe tomar en consideración la enseñanza de los contenidos a la hora de planificar, ya que no bastaría con un par de horas para generar el cambio conceptual y aprendizaje significativo en los estudiantes (Pinto et al., 1996).

- La “consistencia” hace referencia a la utilización de una concepción por parte de los estudiantes en distinto contexto, que de algún modo se relacionan científicamente; es decir, se refiere a la frecuencia con que las concepciones alternativas son utilizadas por un estudiante en diferentes situaciones, lo cual le daría al docente la principal pista para identificar que existe un error conceptual y de esta forma implementar un plan que permita corregir y generar el cambio conceptual pertinente en los estudiantes (Pinto et al., 1996).

A su vez Rodríguez (1999), haciendo referencia a los trabajos de Ausubel y colaboradores (1978), Clement y colaboradores (1989) y a Thijs y Bosch (1995), señala que cuando los sujetos poseen concepciones alternativas que son adecuadas pero a su vez incompletas, estos pueden ser utilizados como “ancla” en el proceso de aprendizaje, para lograr una correcta y completa apropiación de los contenidos.

### **3. Características de las concepciones alternativas en genética.**

La genética es una disciplina que tiene implicancias económicas, éticas y sociales, que provoca cambios en la sociedad y genera nuevas cuestiones de relevancia (Abril, 2010; Bowling et al., 2007). Hoy en día el conocimiento del genoma humano, la legislación de diversos países sobre la prohibición de obtener clones humanos, la producción de alimentos transgénicos, la utilización del ADN para investigaciones en criminalística o la determinación de paternidad y detección de enfermedades hereditarias, son solo algunos de los ejemplos mediante los cuales la genética está apareciendo cada vez con más frecuencia en los medios de comunicación (Azeglio et al., 2015).

Si bien hoy en día mucho se sabe sobre genética y ella se encuentra presente en todos los medios de comunicación, aún se desconoce qué es lo que los estudiantes conocen al respecto u opinan acerca de esta disciplina (Abril, 2010). Es frecuente encontrarse en los medios de comunicación con noticias relacionadas con la clonación, la terapia génica o la creación de organismos transgénicos, por ello cabría preguntarse, ¿Cuál es el conocimiento real que tiene la población sobre estos temas? (Iñiguez y Puigcerver, 2013), se evidencia un conocimiento vago y poco preciso al respecto, lo que ha generado grandes dificultades para aprender la genética en los diferentes niveles de la enseñanza hoy en día (Grande, Charrier y Vilanova, 2009).

Es por ello que se han realizado diversas investigaciones sobre la didáctica de la genética, evidenciando diferentes esquemas conceptuales alternativos, resultando ser éstos los cimientos sobre el cual se construirá el nuevo conocimiento científico (Iñiguez y Puigcerver, 2013; Figini y De Micheli, 2005). Estas concepciones alternativas que poseen los estudiantes se basan principalmente en experiencias personales y están influenciadas por el entorno social en que viven los alumnos, haciendo que estas difieran de lo correctamente aceptado por la ciencia, e impiden el correcto

aprendizaje del conocimiento científico enseñado, llevando así a los estudiantes a tener que cambiar sus concepciones alternativas y reconstruir su conocimiento ajustándolo al conocimiento científicamente aceptado para aprender adecuadamente la genética (Iñiguez y Puigcerver, 2013). Rodríguez (1999), señala que las concepciones alternativas de los sujetos no son del todo incorrectas, muchas veces existe algo de veracidad en ellas pero se encuentran incompletas, es decir, no son totalmente erróneas como otras que además de ser incompletas, son incorrectas. Grande et al. (2009) al referirse a las dificultades que significa el aprendizaje de la genética destaca tres aspectos principales a tomar en consideración:

-Refiriéndose a Knippels (2002) (como se citó en Grande et al., 2009), menciona en primer lugar el alto nivel de abstracción que poseen los conceptos tratados dentro de la genética.

-En segundo lugar autores como Longden y Phasley (citados en Grande et al., 2009) hacen alusión a una terminología confusa y difícil de distinguir, lo que origina que los estudiantes muestren dificultades para explicar y relacionar términos como: alelo, gen, cromosoma, cromátidas, gametos, entre otros. De igual manera, Ayuso y Banet (2002) además de señalar la deficiencia de estos conceptos en los estudiantes hacen mención a como los estudiantes los relacionan, considerando como sinónimo términos como: cromosomas-genes, genes-alelos e información genética-código genético.

-Y finalmente haciendo referencia a Knippels (2002), quien menciona la falta de comprensión de los cromosomas, lo que origina dificultades en el aprendizaje de la mitosis y meiosis y en consecuencia de los principios de la genética Mendeliana (Grande et al., 2009). Del mismo modo, Ayuso y Banet (2002) mencionan tres circunstancias importantes a tener en consideración respecto a las concepciones alternativas de los estudiantes: "Las nociones que estos poseen pueden ser interpretadas como estructuras mentales, relativamente coherentes que explicarían cómo relacionan sus ideas sobre la herencia biológica". "Estos esquemas se articulan según diferentes grados

de complejidad”, y finalmente señalan que “Muchas de estas concepciones alternativas presentes en el conocimiento escolar, persisten aun al finalizar la escolaridad”. Además, Grande et al. (2009) agrega que la mencionada persistencia de las concepciones alternativas también ha sido observada a nivel universitario.

Para que sea posible entonces la correcta internalización del conocimiento científico, es necesario que las concepciones alternativas individuales existentes y las científicas se confronten, provocando así un conflicto. Posner, Strike, y Hewson (1982) señalan que para que esto suceda, deben darse cuatro condiciones:

- La primera es que la concepción actualmente sostenida (concepción alternativa) no debe satisfacer al alumno.
- Cualquier concepción recién provista debe ser comprendida o entendida completamente.
- El alumno debe tener en cuenta la nueva concepción (concepción científicamente correcta) como algo plausible.
- La nueva concepción debería conducir a una fructífera agenda de investigación.

Sin embargo, la correcta internalización de una concepción por aprender no ocurre repentinamente, sino que sigue un proceso de aprendizaje lento y continuo, descrito como "reconstrucción conceptual". Venville y Treagust (citado en Gaitiano, Scharfenberg y Bogner, 2013) encontraron una evolución en el proceso de aprendizaje de la concepción científica del gen, en el que las concepciones anteriores o alternativas fueron reconciliadas con las nuevas concepciones o concepciones científicas.

En el estudio de las concepciones alternativas se ha vuelto necesario caracterizarlas, con la finalidad de tener mayor claridad de las estrategias didácticas que se podrían implementar para la apropiación de las

concepciones científicamente aceptadas (Pintó et al., 1996). Calixto y García (2011), entre otros autores, mencionan lo resistentes que estas concepciones son a la educación formal, debido a que esta solo sería utilizada en un determinado contexto por el alumno (la sala de clases), y las concepciones alternativas serían utilizadas por este en su vida cotidiana.

En genética existen concepciones alternativas bastante arraigadas por parte de los estudiantes, incluso al llegar a estudios superiores, tal como menciona Abraham y colaboradores (2014), los estudiantes de biología tienden a comprender mal algunos conceptos clave en genética, como por ejemplo “dominancia”, que muchos estudiantes entienden como una propiedad fija de un alelo o rasgo, y cuya frecuencia se cree que siempre genera alguna ventaja dentro de una población, lo cual no es así. Por otro lado, Iñiguez y Puigcerver (2013) haciendo referencia a autores como Banet y Ayuso (1995), Wood-Robinson y colaboradores (1998), Pashley (1994), Lewis y colaboradores (2000), entre otros, menciona algunas concepciones alternativas que frecuentemente aparecen en genética, como por ejemplo que no todos los seres vivos están formados por células, o que no todos los seres vivos tienen genes y cromosomas, también existe la creencia de que algunos organismos pueden tener cromosomas pero no genes, da cuenta de la confusión y el desconocimiento de dichas estructuras, también la idea que la información hereditaria sólo se encuentra en las células sexuales, entre muchas otras concepciones que frecuentemente se originan dentro de la enseñanza de la genética.

#### **4. Concepciones alternativas y proceso de enseñanza y aprendizaje.**

El motivo por el que diversos investigadores de las ciencias de la educación centran su atención en las concepciones alternativas se debe a las dificultades que estas generan en el proceso enseñanza-aprendizaje (Sánchez, 2018). Si el profesor no conoce las concepciones alternativas de sus estudiantes, su ayuda para generar un cambio conceptual será menor

que si las conociera (Cubero, 1994). A su vez, varias investigaciones realizados en diferentes países señalan que las dificultades que tienen los docentes para enseñar ciencias se debe principalmente a su falta de confianza y a un nivel insuficiente de dominio conceptual, por lo que resulta ser de suma importancia el identificar las concepciones alternativas durante la formación docente, para a continuación, elaborar diseños didácticos que faciliten el aprendizaje de los conceptos científicos, con la finalidad de formar profesores que no utilicen concepciones alternativas al momento de enseñar contenidos científicos (Huerta, 2017).

Durante muchos años los profesores han desempeñado su trabajo como si la mente de sus alumnos fuesen receptáculos vacíos, en los que había que colocar el conocimiento. Hoy en día se sabe que esto no es así y que los alumnos poseen un conjunto diverso de ideas previas o preconcepciones sobre contenidos científicos, que casi siempre son erróneas, y que es uno de los factores claves a tenerse en cuenta para un aprendizaje significativo de las ciencias (Campanario y Otero, 2000), ya que le posibilitan al docente conocer los pre saberes con los que los estudiantes abordan el aprendizaje. Por lo que conocer las concepciones alternativas supone una gran ventaja para los profesores, ya que ayuda a diagnosticar las dificultades que pueden presentarse durante el aprendizaje (Gil, 1933 citado en Muñoz, 2005).

Calixto y García (2011) señalan que el profesor de biología representa un factor bastante importante para que las concepciones alternativas persistan, siendo incluso reforzadas en la escuela debido a una enseñanza inadecuada o incluso a la utilización de los libros de texto de forma acrítica, sin tener en cuenta la presencia de errores que estos puedan poseer.

Los estudiantes aprenden a partir de lo que ya saben, por lo tanto, sus ideas previas condicionan fuertemente su aprendizaje, es por ello que el diseño de un aprendizaje significativo exigirá al docente hacer una hipótesis de lo que piensan los alumnos respecto al tema que se va a trabajar, tanto

en lo que se refiere a sus contenidos como a sus intereses. Por tanto, sería responsabilidad de este identificar las concepciones alternativas que sus estudiantes poseen antes de enseñar un contenido (Fernández, Elortegui, Moreno y Rodríguez, 1999).

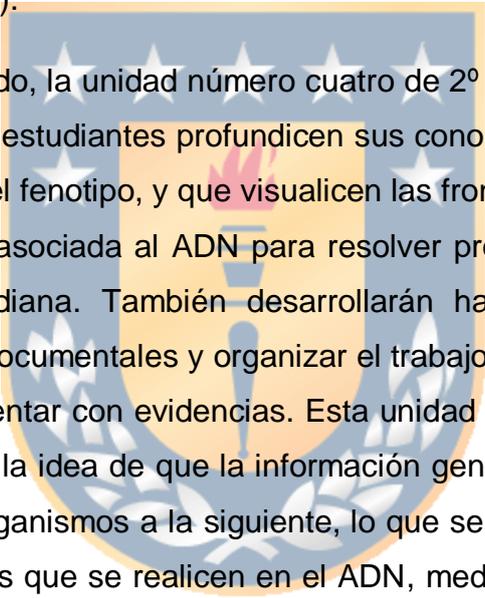
Por otra parte, para que un estudiante construya un aprendizaje significativo es necesario que pueda ponerlo en relación con lo que ya conoce, que pueda asimilarlo e insertarlo en las redes de conocimientos ya construidas en el transcurso de sus experiencias previas de aprendizaje; es decir, es necesario que el contenido sea potencialmente significativo desde el punto de vista psicológico para el estudiante (Coll, 1988). Muñoz (2005), haciendo referencia a Gil (1993), añade que el conocimiento de determinados esquemas mentales permite al docente averiguar la conexión que puede darse entre esquemas de concepciones similares o del mismo campo y como es que se da este vínculo. Por lo tanto, para que un docente logre el cambio conceptual en sus estudiantes debe proponer el estudio de un tema, sacando a la luz las concepciones alternativas que los estudiantes tienen al respecto para luego ponerlas en cuestionamiento, a través del uso de contraejemplos, y provocando así conflictos cognitivos que faciliten el aprendizaje de los conceptos científicamente aceptados (Azeglio et al., 2015).

## **5. La genética en el currículo nacional.**

Hoy en día el currículo nacional aborda la genética en 2º y 4º año de enseñanza media. En 2º medio son dos unidades las que contemplan la genética, las cuales como mencionamos anteriormente corresponden a la unidad 3 “Genética” y a la unidad 4 “Manipulación Genética”. En 4º medio se abordan conceptos de genética en la unidad 2 denominada “Estructura y regulación génica”.

La unidad número tres de 2º medio, pretende que los estudiantes comprendan que el material genético se transmite de generación en generación durante la división celular, tomando como modelo células

eucariontes y reconociendo semejanzas y diferencias entre las divisiones mitóticas y meióticas (MINEDUC, 2016). Se busca además que se desarrollen habilidades científicas como la observación de fenómenos celulares y genéticos, el diseño y la ejecución de investigaciones científicas, el análisis de evidencias empíricas y su uso en la argumentación y discusión de implicancias genéticas en la salud humana, entre otras. Unidad que contribuye a la adquisición de la idea de que todo material del universo está compuesto de partículas muy pequeñas, se evidencia al analizar los cromosomas como parte de las moléculas que componen las células (MINEDUC, 2016).



Por otro lado, la unidad número cuatro de 2º año de enseñanza media pretende que los estudiantes profundicen sus conocimientos sobre el ADN y su expresión en el fenotipo, y que visualicen las fronteras de las aplicaciones de la tecnología asociada al ADN para resolver problemas actuales o de la misma vida cotidiana. También desarrollarán habilidades para planificar investigaciones documentales y organizar el trabajo colaborativo, además de explicar y argumentar con evidencias. Esta unidad contribuye nuevamente a la adquisición de la idea de que la información genética se transmite de una generación de organismos a la siguiente, lo que se evidencia al analizar que las modificaciones que se realicen en el ADN, mediante ingeniería genética, son muchas veces heredables. Además, se espera complementar la comprensión de la teoría de la evolución como causante de la diversidad de los organismos vivos y extintos por modificaciones generadas en moléculas pequeñas del ADN denominadas nucleótidos, que son los que se modifican en procesos biotecnológicos (MINEDUC, 2016).

Finalmente, la unidad número 2 de 4º año medio su objetivo principal es mostrar como la función de los genes es influenciada por su organización y estructura en el ADN y por proteínas que se unen a regiones específicas del ADN, regulando los niveles de transcripción, y haciendo una comparación de estos procesos en organismos procariontes y eucariontes, ya que no solo permite un mejor entendimiento del tema, si no que además

fortalece el concepto de evolución. De este modo, una vez que se logra trazar las bases de la regulación génica, mostrando que depende de sitios específicos en el ADN como de proteínas que unen a estos sitios y son capaces de activar o reprimir la transcripción, se puede dar una respuesta elemental en términos de mecanismos moleculares a la pregunta planteada en la primera unidad de 4º año medio ¿Cómo se relaciona funcionalmente la acción hormonal con la regulación génica? Los estudiantes deberán aplicar estos conocimientos indagando en aplicaciones de la tecnología de DNA recombinante, tales como la terapia génica y la producción de organismos transgénicos (MINEDUC, 2019).



## Diseño Metodológico

### **Enfoque de la investigación:**

La investigación se enmarcó dentro de una metodología cuantitativa y cualitativa, es decir se siguió un método mixto de investigación, debido a que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos, lo cual implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta para lograr un mayor entendimiento del fenómeno en estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

### **Dimensión temporal:**

La naturaleza temporal de la investigación fue de tipo transversal, ya que la información que entregaron los estudiantes corresponde a una sola medición; es decir, se recogió en un solo momento (Hernández et al., 2010). El periodo en que se realizó la investigación fue el 2º semestre del año 2019 y parte del primer semestre del año 2020.

### **Diseño de estudio:**

El diseño de la investigación fue no experimental, porque no hubo manipulación intencionada de las variables; es decir, los resultados se obtuvieron de la información entregada por los estudiantes en su estado natural. Además, fue transeccional o transversal de tipo descriptivo comparativo para dos grupos (Colegio municipal y Colegio particular pagado), ya que la investigación descriptiva comparativa consiste en recolectar información en varias muestras de un mismo fenómeno para comparar los datos recogidos (Hernández et al., 2010).

### **Alcance de la investigación:**

El alcance de esta investigación fue de carácter descriptivo, ya que describió y analizó las concepciones alternativas de los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles.

### **Población:**

La población considerada para la presente investigación fueron los alumnos de enseñanza media de los establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles.

### **Muestra:**

El método de muestreo fue por conglomerado, donde cada uno de los establecimientos educacionales fue representado por un grupo de estudiantes y además aleatorio, puesto que al azar se ordenaron los establecimientos correspondientes a cada uno de los grupos: Municipal y Particular pagado, ambos establecimientos educacionales con la modalidad de enseñanza Científico-Humanista.

Esta investigación se llevó a cabo en la comuna de Los Ángeles, perteneciente a la región del Bio-Bio. La muestra total correspondió a dos establecimientos educacionales: un 3<sup>er</sup> año medio compuesto por 42 estudiantes pertenecientes al colegio Particular Pagado “Colegio Alemán”, que a partir de ahora será simbolizado con la sigla “CP”, y un 3<sup>er</sup> año medio compuesto por 36 estudiantes pertenecientes al establecimiento Municipal “Liceo Bicentenario Los Ángeles A-59”, que será simbolizado con la sigla “CM”, para facilitar el análisis de los resultados.

### **Unidad de análisis:**

La unidad de información fueron los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media Científico-Humanista de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles (Municipal y Particular pagado),

y la unidad de análisis a estudiar fueron las concepciones alternativas en genética que poseen estos estudiantes.

### **Variables de estudio:**

Las variables analizadas fueron: la variable dependiente correspondiente a las concepciones alternativas que presentan los estudiantes en genética y la variable independiente que corresponde al tipo de establecimiento educacional al que pertenecen los estudiantes.

**-Concepciones alternativas en genética (Variable dependiente):** Se refiere a toda aquella información respecto al tema de estudio que han recibido los estudiantes, a partir de la cual han construido sus concepciones, más o menos acertadas y que pocas veces suelen coincidir con las que se consideran correctas (Caballero, 2008).

**-Distintos tipos de establecimientos educacionales (Variable independiente):** se refiere a los establecimientos educacionales en que se realizó la investigación: Municipal y Particular pagado.

### **Técnica de recolección de información:**

Los datos se obtuvieron mediante la aplicación de un cuestionario (Anexo 1), el cual presenta preguntas de respuesta abierta, preguntas de respuesta cerradas e interrogantes en donde los estudiantes representan a través de un dibujo estructuras del material hereditario. Para cuantificar estas respuestas se asignaron distintos puntajes a cada una de ellas.

Este cuestionario fue elaborado a partir de los instrumentos diseñados por Iñiguez y Puigcerver (2013) y Azeglio et al. (2015), cuyas preguntas fueron evaluadas en relación a su pertinencia con los contenidos descritos en los Programas de Estudio del Currículo Nacional vigente en el país (Bases curriculares y Marco Curricular ajustado).

El instrumento fue validado por 3 expertos en el área, pertenecientes a la Universidad de Concepción, quienes evaluaron la pertinencia, la relevancia y la claridad de las preguntas. Una vez realizadas las correcciones sugeridas por los validadores se aplicó el cuestionario a modo de pilotaje a 36 alumnos de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de un establecimiento de la ciudad de Los Ángeles, con el objetivo de determinar el grado de fiabilidad del instrumento a través del índice Alfa de Cronbach.

Las preguntas de respuestas abiertas tenían como objetivo permitir al estudiante expresar cada una de las concepciones alternativas que este tuviera, ya que las preguntas abiertas no delimitan de antemano las posibles respuestas (Concepciones alternativas); por lo cual, el número de categorías de posibles respuesta es muy elevado, contribuyendo a una recolección de información más acabada (Hernández et al., 2010).

Las preguntas de respuestas cerradas contenían categorías u opciones de respuesta que fueron previamente delimitadas. Es decir, se presentan las posibles respuestas que guardan relación con la pregunta realizada a los estudiantes, quienes debían identificar la respuesta correcta dentro de un grupo de respuestas relacionadas.

La interrogante en donde el alumno debió representar a través de un dibujo alguna estructura del material hereditario, tenía como objetivo identificar modelos mentales utilizados por el estudiante para representar distintas concepciones alternativas que este tuviera, respecto a estructuras biológicas ligadas al material hereditario.

Cada ítem contó con un determinado número de preguntas, las cuales tuvieron un puntaje asignado, puntaje que finalmente fue utilizado para analizar las concepciones alternativas más frecuentes en los estudiantes.

## **Análisis de datos:**

### **a) Fiabilidad del Cuestionario**

En primera instancia, una vez aplicado el cuestionario a modo pilotaje se procedió a medir la fiabilidad y consistencia interna del instrumento, para lo cual se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach, con el cual seguimos las siguientes recomendaciones dadas por George y Mallery (2003), para evaluar el coeficiente resultante:

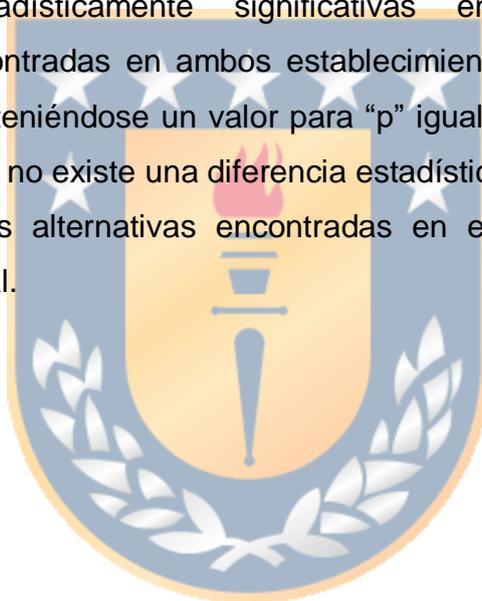
- Coeficiente alfa  $>.9$  es excelente
- Coeficiente alfa  $>.7$  es bueno
- Coeficiente alfa  $>.5$  es aceptable
- Coeficiente alfa  $<.5$  es cuestionable

Al calcular el índice de Alfa de Cronbach para nuestro instrumento obtuvimos un resultado de 0.80 (ver anexo N°2), lo que indica que el índice de fiabilidad y consistencia interna del instrumento es bueno.

### **b) Análisis estadístico**

Una vez obtenido este índice de fiabilidad, se procedió a aplicar el instrumento a los dos establecimientos educacionales en estudio, para luego realizar un análisis de la información recabada siguiendo un método mixto, utilizando en primera instancia el método cualitativo para determinar las concepciones alternativas que presentaron los estudiantes y luego los procedimientos estandarizados cuantitativos; es decir, estadística descriptiva para analizar las concepciones alternativas más frecuentes que los estudiantes presentaban, visualizadas en gráficos de barra (en porcentajes), para lo cual se utilizó el programa Microsoft Excel 2010 que cuenta con licencia gratuita. Posteriormente para el análisis o cálculo de significancia (p) se determinó primero la normalidad y homogeneidad de los datos analizados, para este caso las Concepciones Alternativas recabadas en el

Colegio Particular y en el Colegio Municipal, como se cumplieron ambas opciones se utilizó estadística paramétrica, siendo en específico el análisis de varianza ANOVA. Cuando  $p > 0,05$  no hay diferencias significativas y cuando  $p \leq 0,05$  hay diferencias significativas. La evaluación de la normalidad de los datos se realizó a través del test Shapiro-Wilk W, que indicó un valor de “p” igual a 0,7 (mayor a 0,05); dando como resultado datos normales. Se evaluó la homocedasticidad de los datos a través del test de Levene’s, donde “p” fue igual a 0,4286 (mayor a 0,05), indicando una homogeneidad de los datos o una muestra paramétrica. Para evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las Concepciones alternativas encontradas en ambos establecimientos se utilizó el test one-way ANOVA, obteniéndose un valor para “p” igual a 0,5961 (mayor a 0,05), lo que indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las concepciones alternativas encontradas en el Colegio Particular y el Colegio Municipal.



## RESULTADOS

### 1- Prueba piloto: Fiabilidad del instrumento.

La aplicación del cuestionario a modo prueba de pilotaje a 36 estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de un establecimiento municipal de la ciudad de Los Ángeles, permitió generar una tabla de frecuencia para datos agrupados (Tabla 1).

Los puntajes obtenidos por los estudiantes se agruparon en 6 intervalos de 8 puntos cada uno, partiendo desde el puntaje más bajo (15 puntos) hasta el último intervalo que contiene el puntaje más alto logrado por los estudiantes (63 puntos). En el cálculo de la frecuencia absoluta (**ni**), se observa que la mayoría de los estudiantes han obtenido puntajes que llegan aproximadamente a la mitad de la escala del puntaje total del cuestionario (73 puntos). Es por ello que en el Gráfico 1 se observa una campana de gauss, que muestra la concentración de los puntajes obtenidos, evidenciando que en el intervalo donde se concentra la mayor cantidad de estudiantes es entre los 33 y 41 puntos con un total de 17 estudiantes, lo que representa un 47% del curso.

**Tabla 1:** Frecuencia de puntajes obtenidos para datos agrupados

Nº de intervalo	Límite inferior (li) y límite superior (ls) de cada intervalo		Frecuencia absoluta (ni)	Frecuencia porcentual (fi)
	li	ls		
1	15	23	2	6%
2	24	32	5	14%
3	33	41	17	47%
4	42	50	8	22%
5	51	59	3	8%
6	60	68	1	3%
			36	100%

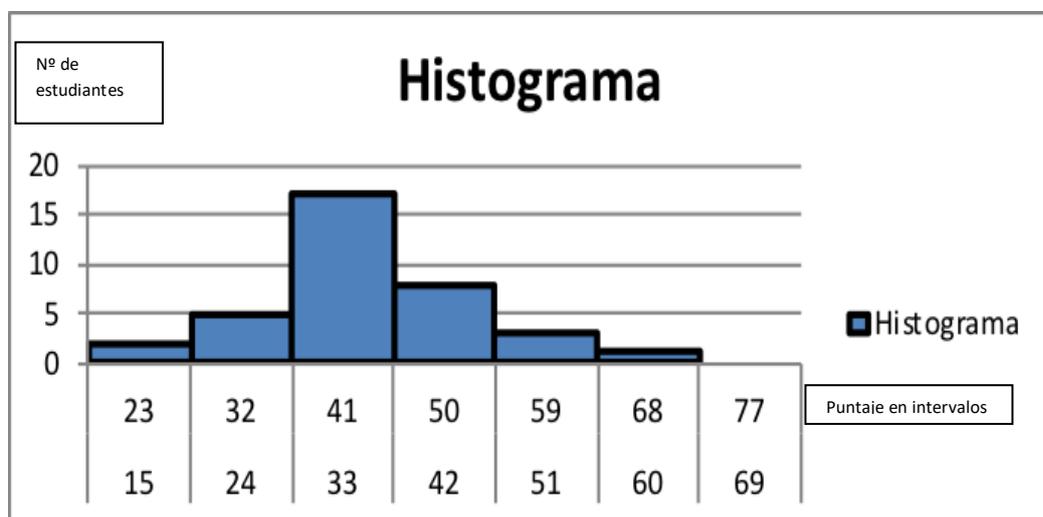


Gráfico 1: Histograma de frecuencia para datos agrupados obtenidos en la prueba piloto.

La tabla 2 muestra el resultado obtenido del índice de fiabilidad y consistencia interna Alfa de Cronbach, el cual corresponde a un valor de 0,80, lo que indica que se obtuvo un índice de fiabilidad bueno según lo señalado por George y Mallery (2003) en (Anexo 2).

**Tabla 2: resultados del cálculo del Alfa de Cronbach.**

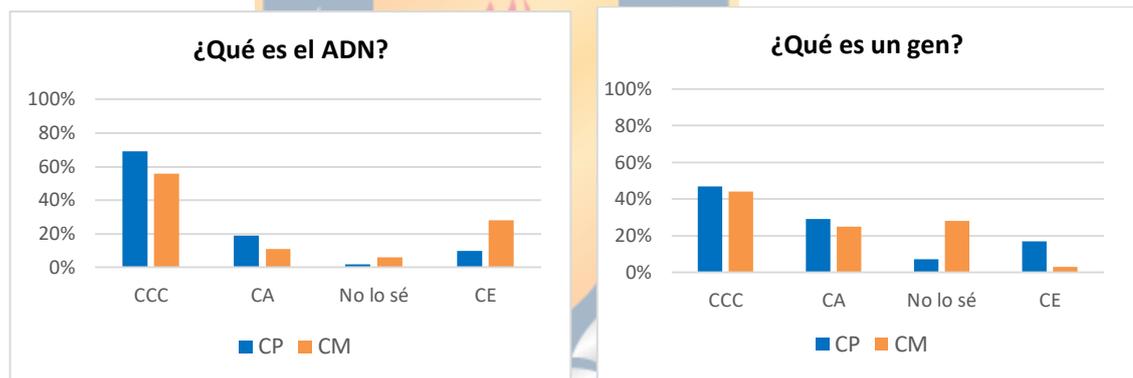
K	37	Sección 1	1,02777778
Sum Vi	20,0246032	Sección 2	0,77965539
Vt	90,8785714	Alpha	0,80131249

## **2- Análisis del cuestionario aplicado a los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media.**

Se realizó un análisis comparativo ítem por ítem de las respuestas obtenidas en el cuestionario, las cuales hemos expresado de forma porcentual, comparando así los resultados obtenidos entre ambos establecimientos.

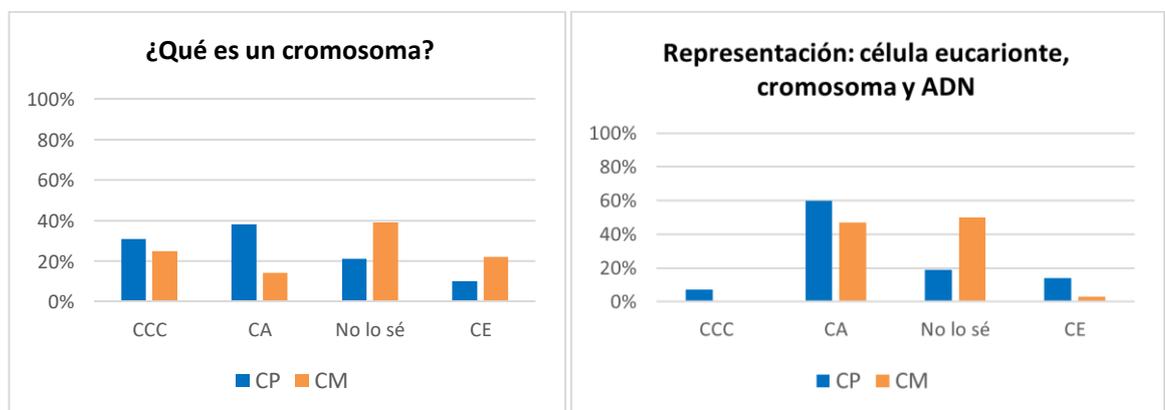
## 2.1.- Ítem nº1: Preguntas de respuestas abiertas sobre estructura y localización de material genético.

Se analizó cada una de las respuestas entregadas por los estudiantes de los dos establecimientos en estudio (CP y CM), para las preguntas: ¿Qué es el ADN? (Gráfico 2), ¿Qué es un gen? (Gráfico 3), ¿Qué es un cromosoma? (Gráfico 4), y la representación de una célula eucarionte en la cual debían esquematizar y rotular: ADN y Cromosoma (Gráfico 5). Estas respuestas fueron categorizadas como: “Concepciones científicamente correctas” (CCC), “Concepciones Alternativas” (CA), “Concepciones erróneas” (CE) o “No lo saben” (No lo sé) (Anexo 3). Las concepciones alternativas recabadas para este ítem se encuentran detalladas en la tabla 3.



**Gráfico 2:** Porcentajes de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 1.

**Gráfico 3:** Porcentajes de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 2.



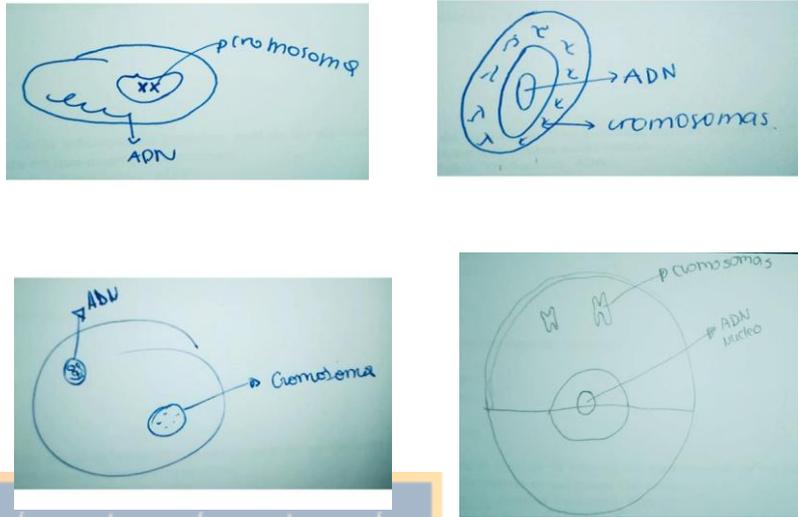
**Gráfico 4:** Porcentajes de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 3.

**Gráfico 5:** Porcentaje de respuestas en CP y CM para la pregunta nº 4.

**Tabla 3:** Concepciones alternativas sobre estructura y localización del material genético.

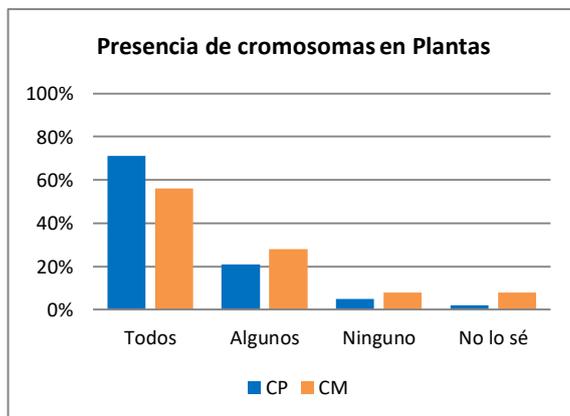
Preguntas	Concepciones alternativas presentes en ambos colegios (CP y CM) y el porcentaje de estudiantes por curso que presentan dicha concepción.
1.- ¿Qué es el ADN?	<p>1.- Es una sustancia que contiene el material genético. (CP 5%).</p> <p>2.- Hebras formadas por hidrogeno, fosforo y azúcar, la cual contiene la información genética. (CP 5%).</p> <p>3.- Es una cadena en forma de espiral que contiene los cromosomas y la información genética. (CP 2%) y (CM 3%).</p> <p>4.- Material genético que extraemos de nuestros padres. (CP 2%).</p> <p>5.- Material genético presentado en hebras. (CP 2%).</p> <p>6.- Conjunto de genes. (CP 2%).</p> <p>7.- Identificación genética. (CM 6%).</p> <p>8.- Proteína compleja que se encuentra en el núcleo de la célula constituyendo el material genético. (CM 3%).</p>
2.- ¿Qué es un gen?	<p>1.- Material genético que puede ser recesivo o dominante. (CP 2%).</p> <p>2.- Información genética que se transmite por generaciones. (CP 7%) y (CM 6%).</p> <p>3.- Característica que heredamos y define a un individuo. (CP 17%).</p> <p>4.- Parte de material genético que se hereda. (CP 2%).</p> <p>5.- Características que se heredan de los progenitores. (CM 11%).</p> <p>6.- Características únicas que contiene cada individuo. (CM 8%).</p> <p>7.- Es parte del ADN. (CM 3%).</p>
3.- ¿Qué es un cromosoma?	<p>1.- Forman el cariotipo, y al faltar o sobrar uno, se producen enfermedades. (CP 2%) y (CM 3%).</p> <p>2.- Es una característica que almacena el ADN. (CP 2%).</p> <p>3.- Estructura causante del material genético heredado, encargados de dictar las características del individuo. (CP 5%).</p> <p>4.- Material genético del padre y de la madre. (CP 5%).</p> <p>5.- Determinan el sexo. (CP 7%).</p> <p>6.- Estructuras que componen el ADN. (CP 2%).</p> <p>7.- ADN enrollado. (CP 2%).</p> <p>8.- Son componente de las células. (CP 2%).</p> <p>9.- Es ADN Compactado en forma de X. (CP 2%).</p> <p>10.- Es donde se encuentra el material genético de un individuo. (CP 5%).</p> <p>11.- Corresponde a la unión de dos cromátidas. (CP 2%).</p> <p>12.- Es un par de pequeñas partes con material genético definidos como X e Y. (CM 3%).</p> <p>13.- Es parte del material genético. (CM 6%).</p> <p>14.- Orgánulo en forma de filamento que se encuentra en el núcleo de la célula eucarionte y contiene material genético. (CM 8%).</p> <p>15.- Son los que están dentro de una célula y determinan a una especie. (CM 3%).</p> <p>16.- Son distintas cualidades que definen a los seres vivos y su sexo. (CM 3%).</p>
4.- Dibuje una célula eucarionte, en la cual debe esquematizar y rotular: ADN y cromosoma.	<p>1.- Célula eucarionte, con su núcleo y el ADN dentro de este, pero sin cromosomas. (CP 12%) y (CM 17%).</p> <p>2.- Célula eucarionte, con su núcleo y el ADN con los cromosomas dentro de este, pero separados entre sí. (CP 19%) y (CM 6%).</p> <p>3.- Célula eucarionte, con su núcleo y los cromosomas dibujados en el citoplasma sin el ADN. (CP 2%).</p> <p>4.- Célula eucarionte, con los cromosomas dibujados dentro del núcleo y el ADN en el citoplasma. (CP 2%).</p> <p>5.- Célula eucarionte, sin rotular el cromosoma ni ADN. (CP 7%) y (CM 8%).</p> <p>6.- Célula eucarionte, con su núcleo y dentro de este un cromosoma formando parte de la cadena de ADN. (CP 5%) y (CM 11%).</p> <p>7.- Célula eucarionte con el ADN en el núcleo y el cromosoma en el citoplasma. (CP 10%) y (CM 6%).</p> <p>8.- Célula sin núcleo, con un cromosoma y el ADN dentro de este. (CP 2%).</p>

Algunos ejemplos de dibujos dados en la pregunta nº 4.

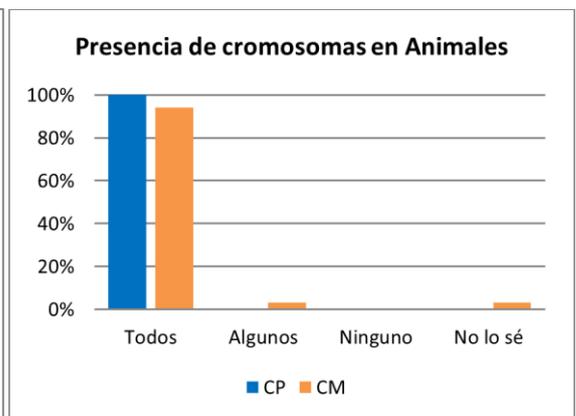


## 2.2.- Ítem nº2: Preguntas de respuestas cerradas con respecto a la presencia de cromosomas en distintos organismos.

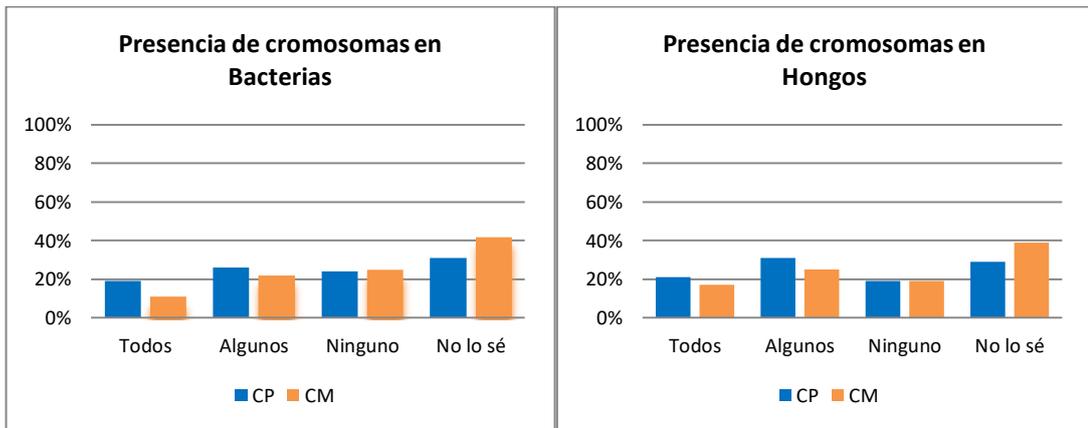
Los gráficos 6, 7, 8 y 9 (Anexo 4), muestran las respuestas de los estudiantes del CP y del CM al solicitarles indicar con una X si es que “Todos”, “Algunos” o “Ninguno” de los individuos pertenecientes a los siguientes reinos: plantas, animales, hongos y bacterias tienen cromosoma, más una alternativa “no lo sé” si desconocían dicho conocimiento.



**Gráfico 6:** Porcentajes de respuestas respecto a las Plantas.



**Gráfico 7:** Porcentajes de respuestas respecto a los Animales.

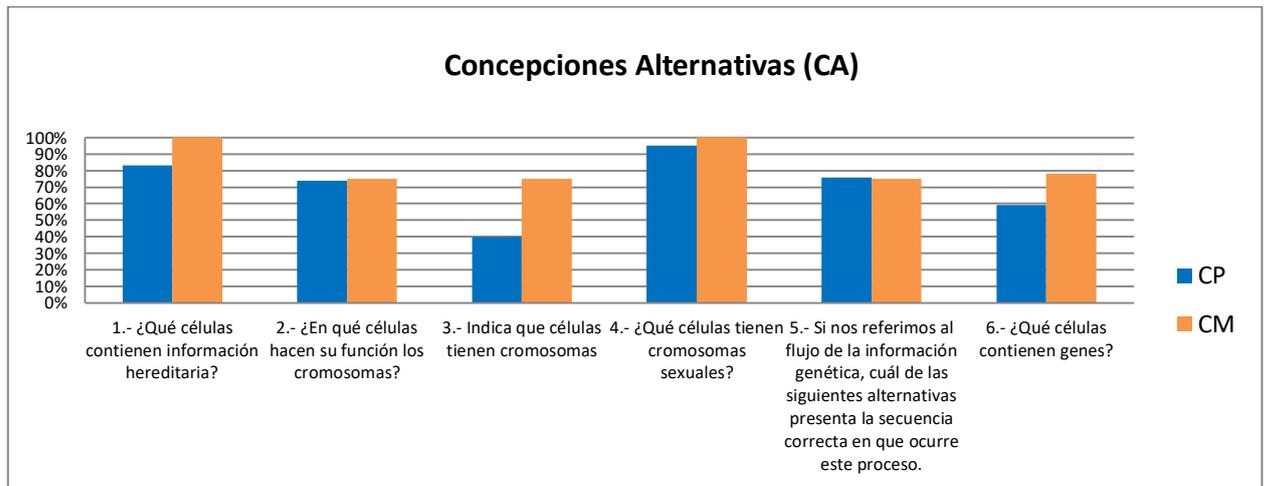


**Gráfico 8:** Porcentajes de respuestas respecto a las Bacterias.

**Gráfico 9:** Porcentaje de respuestas respecto a los Hongos.

### 2.3.- Ítem nº3: Preguntas de respuestas cerradas con respecto a la presencia de material genético en distintos tipos de células.

Este apartado constaba de 6 preguntas de selección múltiple, cuyas respuestas fueron categorizado en tres grupos: en primer lugar las respuestas correctas como “Concepciones científicamente correctas” (CCC), luego aquellas respuestas que difieren en cierta medida del conocimiento científicamente correcto como Concepciones alternativas (CA) y finalmente aquellas que dejaron la pregunta en blanco como “No lo sé”. Cada categoría se da a conocer de manera porcentual, comparando los resultados obtenidos por ambos cursos entre paréntesis (CP y CM) (Anexo 5). El gráfico 10 muestra solo el porcentaje de CA para cada pregunta y la tabla 4 muestran todas las CA obtenidas en cada pregunta del ítem nº 3, indicando entre paréntesis el porcentaje de cada establecimiento.



**Gráfico 10:** Porcentaje de concepciones alternativas con respecto a la presencia de material genético en distintos tipos de células.

**Tabla nº 4:** Concepciones alternativas con respecto a la presencia de material genético en distintos tipos de células.

Preguntas	Concepciones alternativas
<b>1.- ¿Qué células contienen información hereditaria?</b>	1.- Espermatozoide y óvulo. (CP 69%) (CM 92%). 2.- Espermatozoide y células del cerebro. (CP 2%) (CM 3%). 3.- Espermatozoide, células del cerebro y óvulo. (CP 2%) (CM 3%). 4.- Espermatozoide, células del cerebro, óvulo, células musculares (CP 5%). 5.- Espermatozoide (CP 2%) (CM 3%). 6.- Óvulo.(CP 2%).
<b>2.- ¿En qué células hacen su función los cromosomas?</b>	1.- Espermatozoide y óvulo (CP 29%) y (CM 28%). 2.- Espermatozoides, óvulos y células musculares (CP 2%). 3.- Espermatozoides, células del cerebro y óvulos (CP 5%) (CM 6%). 4.- Células del cerebro, células del corazón y células musculares (CP 14%) (CM 6%). 5.- Células del cerebro, células del corazón, óvulos y células musculares (CP 2%). 6.- Óvulos y células musculares (CP 2%). 7.- Óvulos (CP 5%) (CM 6%). 8.- Espermatozoide (CP 5%) (CM 3%). 9.- Espermatozoides, células del cerebro, células del corazón y óvulos (CP 2%) (CM 3%). 10.- Células del cerebro (CP 7%) (CM 17%). 11.- Células musculares (CM 8%).
<b>3.- Indica que células tienen cromosomas</b>	1.- Espermatozoides y óvulos (CP 12%) (CM 25%). 2.- Espermatozoides, célula del cerebro, célula del corazón y óvulos (CP 7%) (CM 11%). 3.- Espermatozoides, células del corazón y óvulos (CP 2%). 4.- Espermatozoides, óvulos y células musculares (CP 2%) (CM 3%). 5.- Células del cerebro, células del corazón y células musculares (CP 7%) (CM 8%). 6.- Células musculares (CP 5%).

	<p>7.- Células del cerebro (CP 5%) (CM 3%).</p> <p>8.- Espermatozoides, células del cerebro y óvulos (CM 8%).</p> <p>9.- Óvulos y células musculares (CM 3%).</p> <p>10.- Espermatozoides, células del cerebro, células del corazón y células musculares (CM 6%).</p> <p>11.- Espermatozoides (CM 3%).</p> <p>12.- Células del cerebro y células del corazón (CM 3%).</p>
4.- ¿Qué células tienen cromosomas sexuales?	<p>1.- Espermatozoides y óvulos (CP 90%) (CM 97%).</p> <p>2.- Espermatozoides, células del cerebro, óvulos y células musculares (CP 2%).</p> <p>3.- Espermatozoides (CP 2%) (CM 3%).</p>
5.- Si nos referimos al flujo de la información genética, cuál de las siguientes alternativas presenta la secuencia correcta en que ocurre este proceso.	<p>1.- ARN, Transcripción, Proteína, Traducción, ADN (CP 26%) (CM 36%).</p> <p>2.- ARN, Transcripción, ADN, Traducción, Proteína (CP 21%) (CM 11%).</p> <p>3.- Proteína Transcripción, ADN, Traducción, ARN (CP 17%) (CM 11%).</p> <p>4.- ADN, Transcripción, Proteína, Traducción, ARN (CP 12%) (CM 14%).</p>
6.- ¿Qué células contienen genes?	<p>1.- Espermatozoides y óvulos (CP 48%) (CM 44%).</p> <p>2.- Espermatozoides, óvulos y células del cerebro (CP 2%) (CM 6%).</p> <p>3.- Espermatozoides, óvulos y células musculares (CP 2%).</p> <p>4.- Espermatozoides (CP 5%) (CM 11%).</p> <p>5.- Células del cerebro, células del corazón y células musculares (CP 2%) (CM 3%).</p> <p>6.- Espermatozoides, células del corazón, óvulos y células musculares (CM 3%).</p> <p>7.- Óvulos (CM 3%).</p> <p>8.- Células musculares (CM 3%).</p> <p>7.- Células del corazón y células del cerebro (CM 3%).</p> <p>8.- Células del cerebro (CM 3%).</p>

#### 2.4.- Ítem nº4: Afirmaciones para la detección tanto de concepciones alternativas y conceptos sobre división celular, como de conocimientos de genética básica.

Se analizaron 23 afirmaciones para la detección de concepciones alternativas sobre conceptos relacionados a la división celular y a conocimientos básicos de genética (Tabla 5). Las primeras 8 afirmaciones permiten detectar concepciones alternativas respecto a “Mecanismos de división celular, características y finalidad”, de la afirmación 9 a la 13 concepciones alternativas sobre “Cromosomas y ADN, estructura y relación” y de la afirmación 14 a la 23 concepciones alternativas sobre “Genética básica”.

**Tabla 5:** Mecanismos de división celular, cromosomas y ADN, y conceptos de genética básica.

Nº	Afirmación	De acuerdo		En desacuerdo		En blanco	
		CP	CM	CP	CM	CP	CM
1	La mitosis ocurre en células sexuales.	41%	50%	57%	47%	2%	3%
2	La meiosis ocurre en células somáticas.	41%	69%	52%	28%	7%	3%
3	En la meiosis hay dos divisiones. En la primera se separan cromosomas homólogos y en la segunda se separan cromátidas.	78%	72%	17%	22%	5%	6%
4	En la meiosis se obtienen 4 células hijas haploides.	78%	67%	17%	25%	5%	8%
5	En la mitosis se obtienen 2 células hijas diploides.	76%	81%	22%	11%	2%	8%
6	Los óvulos y espermatozoides son células sexuales que provienen de la mitosis.	38%	42%	57%	55%	5%	3%
7	Los óvulos y espermatozoides son células sexuales que provienen de la meiosis.	50%	55%	40%	39%	10%	6%
8	En la profase meiótica ocurre recombinación homóloga de cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos.	59%	33%	31%	53%	10%	14%
9	El ADN se compacta para que la célula no pierda material genético en la división celular.	81%	83%	12%	11%	7%	6%
10	El ADN como material genético determina el funcionamiento de las células.	47%	42%	47%	50%	6%	8%
11	Un cromosoma es ADN enrollado sobre proteínas.	86%	67%	12%	28%	2%	5%
12	Un par de cromosomas homólogos está formado por un cromosoma del padre y uno de la madre.	76%	78%	22%	14%	2%	8%
13	Cromátidas hermanas es sinónimo de cromosomas homólogos.	50%	53%	48%	42%	2%	5%
14	Un gen es un factor hereditario (región del DNA) que participa en determinar una característica.	88%	81%	12%	8%	0%	11%
15	Un alelo es una variante de un gen.	72%	75%	26%	19%	2%	6%
16	El genoma es el conjunto de material genético que posee un individuo.	59%	58%	36%	28%	5%	14%
17	Un heterocigoto es una condición genética que presentan dos alelos diferentes.	91%	72%	7%	17%	2%	11%
18	Un homocigoto es una condición genética de un gen con dos alelos iguales.	83%	58%	14%	31%	3%	11%
19	Locus se denomina al lugar que un alelo ocupa en el ADN.	26%	33%	64%	50%	10%	17%
20	Fenotipo: Expresión de una característica genética.	81%	67%	19%	25%	0%	8%
21	Genotipo: Conjunto de alelos que posee un individuo.	76%	72%	22%	20%	2%	8%
22	Cada organismo diploide posee 2 alelos para un carácter.	83%	72%	12%	20%	5%	8%
23	Los 2 alelos para un mismo carácter se separan cuando se forman los gametos en proporciones iguales.	62%	56%	31%	33%	7%	11%

## **2.5.- Análisis estadístico de homogeneidad y significancia entre las Concepciones alternativas encontradas en el Colegio Particular y el Colegio Municipal.**

Tras la aplicación del cuestionario en ambos establecimientos (CP y CM), se encontraron 112 CA, las cuales se representaron según el porcentaje de estudiantes de cada curso que poseían cada una de estas concepciones. El porcentaje promedio de estudiantes que presentaron CA en el CP fue de 11,4% y en el CM de un 12,6%. Estos porcentajes fueron analizados a través de la prueba de significancia (p), donde “p” tomo un valor igual a 0,5961 (mayor a 0,05), por lo tanto a través de esta prueba fue posible determinar que no existe una diferencia estadísticamente significativa de las CA presentes entre el CP y el CM (Anexo 6).



## Discusión

Al analizar los resultados de las tres primeras preguntas, representados en los gráficos nº 2, 3 y 4 respectivamente, que tenían como objetivo detectar concepciones alternativas (CA) sobre el “material genético”, mediante la utilización de preguntas de respuesta abierta, podemos observar que más del 50% de los estudiantes de ambos establecimientos tienen claro que el ADN es la molécula de la herencia, siendo mayores los porcentajes de CCC en el CP (69%) y menores en el CM (56%), ya que los porcentajes de CA no superan el 20%, siendo mayor el porcentaje en el CP (19%) que en el CM (11%). Sin embargo, los bajos porcentajes de CA registrado en el CM, que pudieran estar dando señales positivas para el concepto de ADN en este establecimiento, no son tan reales ya que los porcentajes de CE alcanzadas son de un 28%, casi tres veces más que las registradas en el CP (10%), siendo además el concepto que más CE genera en este establecimiento.

En relación a la pregunta ¿Qué es un gen?, si bien en ambos establecimientos nuevamente se observa que la mayoría de los estudiantes presenta más CCC que CA, estas concepciones no superaron el 50%, ya que el CP obtuvo un 47% y el CM un 44%, valores menores que los obtenidos en la pregunta ¿Qué es el ADN?. Esta disminución en los porcentajes de CCC se puede atribuir al aumento registrado en las CA, observándose un incremento, en comparación a la pregunta número 1, de un 10% en el CP y de un 14% en el CM, advirtiéndose además en este último establecimiento un incremento en las respuestas “No lo sé”, desde un 6% ¿Qué es el ADN? a un 28% ¿Qué es un gen?, a diferencia del CP que tan solo incremento en un 5% las respuestas “No lo sé”, lo que también explica porque el CP presenta más CE (17%) que el CM (3%).

Frente a la pregunta ¿qué es un cromosoma? el CP presentó un porcentaje de CA de un 38%, a diferencia del CM que presentó tan solo un 14%, ya que la mayoría de los estudiantes de este último establecimiento

desconoce el concepto, al obtener la categoría “No lo sé” un 39% de respuestas. A su vez podemos señalar que el concepto que más desconocen los estudiantes de ambos establecimientos es el de “cromosomas”, al comparar los porcentajes de respuestas “No lo sé” en estas tres primeras preguntas de respuestas abiertas, y el concepto que genera el mayor porcentaje de CA (38%) para el CP, ya que en el CM el concepto que genera más CA es el de “gen” (25%), y el concepto cromosoma tan sólo un 14%. A si mismo, al analizar los porcentajes de CA y CE en conjunto, podemos decir que este concepto es el que registra un mayor porcentaje para el CP (48%), no siendo así para el CM, en donde el mayor porcentaje (CA más CE) se registra en el concepto de ADN.

Este alto porcentaje de CA respecto al concepto de “cromosoma” que se encontró en el establecimiento CP, guarda directa relación con las representaciones mentales que demostraron poseer los estudiantes al realizar un dibujo de la estructura y localización del material genético en la célula eucarionte. En ellas se pudo observar claras confusiones respecto a la ubicación de los cromosomas y el ADN en la célula; sin embargo, respecto a estos esquemas mentales el colegio CP evidencia mejores resultados que el colegio CM, ya que en este último se encontró un 0% de CCC y un 50% dejó la pregunta sin responder. Ahora bien, los alumnos del CM que sí lograron definir los tres primeros conceptos de manera correcta no fueron capaces de esquematizar las estructuras. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Iñiguez y Puigcerver en el 2013, al implementar una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la educación secundaria, en donde registro a través de un Pre test que los alumnos presentan problemas para conocer cómo es la estructura de los cromosomas, dónde se encuentran y su relación con los genes y la molécula de ADN, atribuyendo estos resultados a un aprendizaje memorístico por parte de los estudiantes, fruto de una educación basada en el modelo tradicional de enseñanza de la genética (conductismo), donde se visualiza al estudiante como una hoja en blanco, a diferencia de una enseñanza basada en el modelo constructivista,

como la propuesta implementada por dichos autores en los grupos experimentales, logrando una mejora del aprendizaje significativo de los contenidos de genética al generarse el conflicto cognitivo necesario para que los estudiantes puedan relacionar los conceptos de ADN, cromosomas y célula eucariontes en sus esquemas mentales.

Al analizar en detalle las respuestas entregadas por los estudiantes de ambos establecimientos sobre ¿Qué es un cromosoma?, podemos señalar que en su mayoría los estudiantes definen al cromosoma como un determinante del sexo o como los responsables de ciertas enfermedades asociadas a la adición o ausencia de uno de estos en el cariotipo humano, sin llegar a señalar que el cromosoma corresponde a ADN compactado. Si bien Pozo (1996) señala diversas razones por las cuales los estudiantes construyen CA para un determinado concepto, una de ellas podría deberse a la profundidad con que el texto de Biología, para el estudiante de 2º año de enseñanza media, aborda la formación de los cromosomas versus el estudio de los procesos de división celular, del cariotipo humano y las anomalías cromosómicas, ya que tan solo el 7% de los estudiantes del CP logro esquematizar de forma correcta los cromosomas y el ADN en una célula eucarionte, y además frente a la pregunta ¿qué son estas estructuras? las respuestas de los estudiantes apuntan a la importancia que estos tienen en la determinación del sexo (cromosomas X e Y) y que el estudio de ellos sirve para detectar anomalías cromosómicas (euploidías y aneuploidías). Resultados que concuerdan a los obtenidos por Banet y Ayuso (1995), quienes señalan en su mayoría desconocer la existencia de otros cromosomas distintos a los sexuales, lo cual también se evidencia al analizar las CA de la pregunta nº4 del ítem nº3 (¿Qué células tienen cromosomas sexuales?) donde más del 90% de los estudiantes de ambos establecimientos señala que sólo los óvulos y los espermatozoides presentan cromosomas sexuales, al igual que los resultados obtenidos por Iñiguez y Puigcerver en el 2013.

Por otra parte, si bien el 67% de los estudiantes del CM y el 86% del CP se encuentran de acuerdo con la aseveración “un cromosoma es ADN enrollado sobre proteínas” del ítem 4 (tabla 4), el 100% de los estudiantes del CM y 93% del CP no logran representar correctamente el ADN y los cromosomas en una célula eucarionte, observándose una tendencia por localizar los cromosomas distante del material genético, como si fueran estructuras de otra naturaleza, lo que demuestra que no ha existido el conflicto cognitivo necesario para comprender que el ADN forma parte del cromosoma, tal y como lo define el texto del estudiante “El estado más compacto que alcanza el ADN se denomina cromosoma”, resultados que coinciden con las investigaciones realizadas por Banet y Ayuso (1995) y Iñiguez y Puigcerver (2013).

Por lo tanto, coincidimos con lo señalado por Iñiguez y Puigcerver (2013), quienes plantean lo necesario que resulta relacionar el conocimiento de la estructura y localización de los cromosomas, los procesos de división celular (mitosis y meiosis) con la resolución de problemas de genética, ya que si el alumnado localiza correctamente los cromosomas y es capaz de relacionarlos con la división celular, puede afrontar con mayor éxito la resolución de problemas de genética y por ende tener mayor conocimiento de los mecanismos con que opera la herencia biológica.

Con respecto a las CA evidenciadas a partir del análisis de las respuestas del ítem número 2, constituido por preguntas de tipo cerradas, en donde los estudiantes debían señalar si es que todos, algunos o ninguno de los organismos pertenecientes a los reinos animal, vegetal, hongo y bacteria poseen o no cromosomas, más del 93% de los estudiantes del CM y el 100% del CP sabe que los animales son organismos vivos y que por lo tanto presentan información genética. Sin embargo, no parecen tener la misma seguridad para los organismos que pertenecen al reino de las plantas, los hongos y las bacterias, siendo los reinos bacterias y hongos los que generan más CA (algunos o ninguno). Una de las posibles razones que podrían estar generando en estudiantes de 3<sup>er</sup> año medio este tipo de CA, que no todos

los organismos vivos presentan información genética y por ende cromosomas, podría deberse nuevamente al texto del estudiante, ya que cuando se abordan los procesos de división celular, cariotipos y alteraciones cromosómicas, siempre se hace referencia a las células animales y en menor medida a las células vegetales, y los ejemplos siempre tienen relación con los seres humanos y por ende con las células animales. Este vacío se hace más evidente al analizar las respuestas con respecto a hongos y bacterias, que es donde se observa el mayor desconocimiento por parte de los estudiantes, que al parecer no tienen claro que estos reinos están formados por organismos vivos.

Por otro lado, Wood-Robinson, Lewis, Leach y Driver (1998) en su investigación sobre la “Genética y Formación Científica” realizada en el Reino Unido, donde a los estudiantes se les plantearon interrogantes tales como: ¿Cuántas células tiene este organismo? y ¿Contienen estos organismos cromosomas o información genética?, señalan que los estudiantes parecían ser más conscientes de la naturaleza celular de los organismos del reino animal que del reino vegetal, ya que 9 de cada 10 estudiantes dijeron que los mamíferos estaban compuestos de muchas células, pero solamente 3 ó 4 señalaron lo mismo respecto a los vegetales. De igual forma sucedió con los organismos pertenecientes al reino Fungi; sin embargo, no ocurrió lo mismo con las bacterias, ya que los estudiantes presentan una mejor comprensión de la naturaleza celular de estas últimas con respecto a las plantas, es decir, casi la mitad de las respuestas acerca de las bacterias decía que tenían una sola célula, lo cual se contrasta con el poco más de un tercio que decía que las bacterias tienen muchas células. Con respecto a la segunda pregunta planteada por estos investigadores y que coincide con la interrogante que planteamos en el ítem número 2 de nuestro instrumento (¿qué organismos presentan cromosomas?), podemos decir que en el CP un 21% del curso afirmó que todos los organismos del reino hongos poseen cromosomas en sus células y un 19% hizo la misma afirmación respecto a las bacterias, superando así a los estudiantes del CM

donde un 17% del curso realiza esta afirmación respecto a hongos y solo un 11% aseguraría lo mismo respecto a las bacterias, diferenciándose de los resultados obtenidos por Wood-Robinson et al. (1998), quienes detectaron niveles de incertidumbre no tan altos en su muestra, ya que un 40,8% señaló que todos los hongos poseen cromosomas en sus células y un 29,5% determina lo contrario, quedando así un 29,7% de estudiantes que desconoce esta información, y respecto a los resultados que obtuvo dicho autor sobre la presencia de cromosomas en bacterias, un 41,5% estaría de acuerdo con esta afirmación, un 30,4% de estudiantes afirmarían lo contrario y solo un 28,1% dice no poseer conocimiento al respecto.

En el ítem número 3 donde se han planteado preguntas de alternativas respecto a la presencia de la información hereditaria y el material genético en diferentes tipos de células, hemos detectado diferentes CA en los estudiantes, algunas de ellas bastante arraigadas, como por ejemplo la presencia de cromosomas sexuales solo en células reproductivas (óvulos y espermatozoides), siendo esta la CA más frecuentes en el alumnado respecto a este ítem, ya que un 90% de los estudiantes del CP y un 97% de los estudiantes del CM señalan que los cromosomas sexuales se encuentran presentes únicamente en espermatozoides y óvulos, y tan solo un 5% de los estudiantes del CP respondió de manera correcta a esta pregunta, afirmando que todas las células planteadas en las alternativas (óvulos, espermatozoides, células del cerebro, células del corazón, células musculares) poseen cromosomas sexuales. Por otro lado, el desconocimiento de los estudiantes respecto a donde se encuentra la información hereditaria genera también diversas CA, como por ejemplo que esta se encontraría solo en células sexuales, afirmando esto un 69% del CP y un 92% del CM, coincidiendo así con Banet y Ayuso (2000) y con lo planteado por Iñiguez y Puigcerver, (2013), quienes describen esta misma CA en sus investigaciones, señalando que entre el alumnado existe la creencia de que no todas las células poseen información hereditaria y cromosomas sexuales, y que tampoco en todas ellas dichos cromosomas

tienen una función, señalando a los gametos como los portadores fundamentales de los cromosomas sexuales y donde se lleva a cabo las funciones propias de estos, coincidiendo también con lo señalado por Banet y Ayuso (1995), quienes señalan que los esquemas mentales que poseen los estudiantes se han elaborado a partir de una falta de conocimiento respecto al tema. Estos autores señalan que los alumnos reconocen dos clases de células: las sexuales (gametos) y las del resto del cuerpo (somáticas) y que además describen la Información hereditaria como aquella que se transmite de padres a hijos y que en consecuencia reside exclusivamente en las células reproductoras y solo algunos alumnos pueden situarla también en las células de órganos importantes del cuerpo, como por ejemplo las células del cerebro. En nuestra investigación llegamos a resultados similares a los descritos por estos autores, ya que respecto a la pregunta ¿Qué células contienen información hereditaria? solo un 14% del CP obtuvo CCC al respecto, superando los resultados obtenidos por el CM, donde un 0% logro CCC a esta pregunta. Por otro lado un 69% del curso perteneciente al CP y un 92% del curso perteneciente al CM tienen la creencia de que solo en espermatozoides y óvulos esta la información hereditaria, sin embargo otro 2% del CP y un 3% del CM señalan que esta se encuentra solo en espermatozoides y células del cerebro, por lo que los estudiantes tienden a creer que solo dentro de los gametos, y si no es así, dentro de alguna célula “importante” del organismo, se encuentra la información hereditaria.

Finalmente al analizar las primeras ocho aseveraciones del ítem 4, que tenían como objetivo indagar la presencia de CA en temas relacionados con los mecanismos de división celular, sus características y la finalidad de estos, pudimos observar que en el CP los porcentajes de respuestas correctas supera el 50% en todos los enunciados, alcanzando en las afirmaciones 3 y 4 hasta un 78% de respuestas correctas, a diferencia del CM que solo logro sobre un 50% de respuestas correctas en 5 de 8 afirmaciones, siendo las afirmaciones 1, 2 y 8 las que obtuvieron porcentajes

de respuestas bajo el 50%, a partir de lo cual se puede inferir que los estudiantes del CM no reconocen en qué tipo de célula, según su función, ocurre cada proceso de división celular, y en su gran mayoría desconocen el proceso de entrecruzamiento que ocurre entre cromosomas homólogos durante la meiosis.

Además podemos observar que existe mayor claridad conceptual en el proceso de división celular de la mitosis que de la meiosis, el cual se da principalmente en el CM, ya que existe una diferencia de un 19% entre la afirmación 1 y 2. Los resultados obtenidos en CM son coincidentes con los que obtuvieron Azeglio y colaboradores en el 2015, quienes señalan que los porcentajes de estudiantes que marcaron la opción “de acuerdo” en la afirmación número 1 y número 2 fueron de un 4,6% y un 29,2% respectivamente, señalando así que la claridad conceptual que poseen los estudiantes respecto al proceso de mitosis es superior al proceso de meiosis.

Al analizar las afirmaciones 1, 2, 4, y 5 en ambos establecimientos podemos observar que la mayoría de los estudiantes tienen internalizados los procesos de mitosis y meiosis; sin embargo, el proceso de mitosis genera menos CA que el proceso de meiosis, esto se observa con mayor claridad en el CM, ya que los grados de acuerdo frente a las aseveraciones erróneas dadas (1 y 2) oscilan entre 50% y 69%. Estos resultados son coincidentes con los que obtuvo Azeglio y colaboradores en el 2015, quienes señalan que los porcentajes de estudiantes que marcaron la opción “de acuerdo” frente a esas mismas aseveraciones erróneas dadas refiere grados de acuerdo que oscilan entre el 4,6% y el 29,2, señalando así que la claridad conceptual que poseen los estudiantes respecto al proceso de mitosis es superior al proceso de meiosis.

Con respecto al conocimiento de Cromosomas, el ADN, su estructura y la relación entre estos, abordados desde la afirmación número 9 a la afirmación número 13, podemos ver que ambos establecimientos

obtuvieron buenos resultados en las afirmaciones 9, 11 y 12, donde los porcentajes de respuestas correctas para el CP fue de 81%, 86% y 76% respectivamente, y en el CM los porcentajes de respuestas correctas respecto a estas afirmaciones fueron de 83%, 67%, y 78%, respectivamente. Sin embargo, respecto a las afirmaciones 10 y 13 los resultados fueron menos satisfactorios, obteniéndose en ambas aseveraciones porcentajes de respuestas correctas inferiores al 50% en cada establecimiento, siendo el CP quien obtuvo un 47% y un 48% de respuestas correctas en ambas aseveraciones respectivamente, y el CM un 42% de respuestas correctas respecto a ambas afirmaciones. Por lo tanto, respecto a este tópico podemos determinar que las principales falencias que demostraron tener los estudiantes de ambos establecimientos son respecto a las funciones del ADN en la célula y respecto a la comprensión de los conceptos de cromosomas y cromátidas, ya que un 50% de los estudiantes del CP y un 53% de los estudiantes del CM afirman que ambas estructuras son sinónimos, por otro lado un 47% de los estudiantes del CP y un 50% de los estudiantes del CM afirmarían que el ADN como material genético no guarda directa relación con el funcionamiento de la célula. Respecto a las afirmaciones 10 y 13, Azeglio et al, (2015) obtuvo peores resultados a los nuestros, con tan solo un 27,7% de estudiantes que respondieron de forma correcta a la afirmación número 10 y un 60,6% que respondió de forma errada a la afirmación número 13. En base a lo señalado por Azeglio et al, (2015) podemos decir que probablemente las CA presentes en los estudiantes logran acercarlos al concepto de ADN pero no necesariamente con la funcionalidad de este en relación a la estructura del cromosoma o del control de las funciones celulares, es decir, probablemente el ADN está asociado únicamente a una definición memorizada e incomprendida, originando las CA que poseen los estudiantes, lo que haría que se alejen de la noción de ADN como una molécula, con una estructura particular y funciones específicas.

Finalmente, en relación a la tercera parte del instrumento que hace referencia a Conceptos de genética básica, se puede observar que en 9 de 10 aseveraciones el porcentaje de respuestas correctas supero el 50%, tanto en el CP como en el CM, a diferencia de lo señalado por Azeglio et al, (2015), quien obtuvo porcentajes relativamente bajos en la mayoría de las aseveraciones planteadas, a excepción del porcentaje que obtuvo en la afirmación número 14, donde registro un 74,2% de respuestas correctas. La única aseveración en que no registramos porcentajes superiores al 50% fue en el enunciado número 19 “Locus se denomina al lugar que un alelo ocupa en el ADN” y esto se puede deber, probablemente, a que el concepto de locus es menos conocido por parte de los estudiantes o bien y tal como lo plantea Azeglio y colaboradores el 2015, el concepto de alelo es el que más desconocen ya que en las sentencias 21, 22 y 23 no hacen peso en el concepto alelo, si no la noción de totalidad, de separación y equidad en la distribución del material genético, y tal como señalan Iñiguez y Puigcerver (2013) y Banet y Ayuso (1995) uno de los momentos de gran dificultad en la enseñanza de la genética es a la hora de relacionar conceptos como: genes, alelos, ADN o cromosomas. Cabe señalar que nuevamente en este último ítem los estudiantes del CP tienen menos CA que los estudiantes del CM.

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de esta investigación es posible concluir que:

- Los estudiantes de 3<sup>er</sup> año de enseñanza media de dos establecimientos educacionales de la ciudad de Los Ángeles si poseen concepciones alternativas sobre genética, las que coinciden en gran medida con las halladas por otros investigadores.
- Las concepciones alternativas más frecuentes sobre estructura y localización del material genético fueron halladas en los conceptos de Cromosoma y Gen, las que son evidencias con mayor facilidad al solicitarles representar el ADN y los cromosomas en una célula eucarionte.
- Entre el alumnado existe la creencia que solo algunos hongos y bacterias presentan cromosomas, otros creen que ninguno presenta cromosomas y otros sencillamente desconocen esta información.
- Los alumnos desconocen que todas las células poseen información hereditaria, y por tanto, que en todas ellas podemos encontrar los cromosomas, tanto autosómicos como sexuales, al señalar que suelen ser las células sexuales las portadoras fundamentales de los cromosomas.
- Los procesos de mitosis y meiosis se encuentran mejor conceptualizados en los alumnos del establecimiento particular que del establecimiento municipal.
- El concepto de locus es el menos conocido por los alumnos al obtener un escaso porcentaje frente a la afirmación planteada.

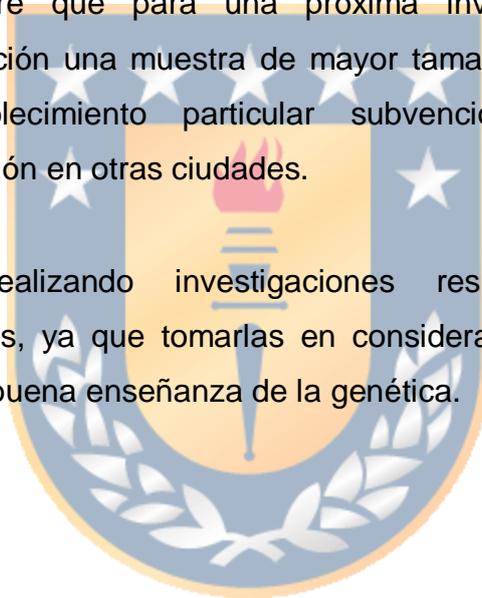
- Si bien se observan más concepciones alternativas en los alumnos pertenecientes al establecimiento municipal que los del establecimiento particular, esa diferencia no es estadísticamente significativa.



## **SUGERENCIAS Y LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación, se plantea una serie de sugerencias a considerar en futuras investigaciones:

- En estudios posteriores sería interesante desarrollar e implementar alguna metodología innovadora para la enseñanza de la genética que busque erradicar en cierta medida las concepciones alternativas que poseen los estudiantes.
- Se sugiere que para una próxima investigación se tome en consideración una muestra de mayor tamaño, incorporando además un establecimiento particular subvencionado, o aplicar esta investigación en otras ciudades.
- Seguir realizando investigaciones respecto a concepciones alternativas, ya que tomarlas en consideración resulta fundamental para una buena enseñanza de la genética.



## Referencias Bibliográficas

Abraham, J., Pérez, K. y Price, R. (2014). The Dominance Concept Inventory: A Tool for Assessing Undergraduate Student Alternative Conceptions about Dominance in Mendelian and Population Genetics. *CBE, Life Sciences Education*, pp 349–358.

Abril, A., Mayoral, M. y Muela, F. (2004). Los Medios de Comunicación Social y la Didáctica de la Genética y la Biología Molecular en E.S.O. *Ed. Centro de Enseñanza Superior en Humanidades y Ciencias de la Educación "Don Bosco"*, pp. 367-368.

Abril, A. (2010). Influencia de la Sociedad Del Conocimiento en la Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Un caso de Estudio: La Genética y la Biología Molecular. *Revista de Antropología Experimental*, pp. 1-16.

Agencia de Calidad de la Educación. (2012). Resultados PISA 2012 Chile.

Santiago de Chile: MINEDUC. Disponible en:

<https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/documentosweb/Informes/Resultados+PISA+2012+Chile.pdf>

Agencia de Calidad de la Educación. (2015). Informe de Resultados PISA 2015 Competencia científica, lectora y matemática en estudiantes de quince años en Chile. Santiago de Chile: MINEDUC. Disponible en:

[http://archivos.agenciaeducacion.cl/INFORME\\_DE\\_RESULTADOS\\_PISA\\_2015.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/INFORME_DE_RESULTADOS_PISA_2015.pdf)

Agencia de Calidad de la Educación. (2017). Resultados educativos 2017.

Santiago de Chile: MINEDUC. Disponible en:

<https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2018/07/Informe-Nacional-END-2017.pdf>

Agencia de Calidad de la Educación. (2019). Informe de Resultados PISA 2018 Competencia científica, lectora y matemática en estudiantes de quince años en Chile. Santiago de Chile: MINEDUC. Disponible en:

[http://archivos.agenciaeducacion.cl/PISA\\_2018\\_Entrega\\_de\\_Resultados\\_Chile.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/PISA_2018_Entrega_de_Resultados_Chile.pdf)

Argento, D. (2013). Estudio Exploratorio sobre Preconcepciones en el área de Genética en alumnos de secundaria Italianos y españoles. Madrid, España. Universidad Internacional de La Rioja, Facultad de Educación.

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Editorial Trillas. Segunda edición.

Ayuso, E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, pp. 133-157.

Azeglio, L., 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, 29 y 30 de octubre de 2015, Ensenada, Argentina. EN: Actas. Ensenada: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales.

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*, pp. 137-153.

Banet, E. y Ayuso, E. (2000). Teaching Genetics at Secondary School: A Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information. *Science Education*, pp. 313-351.

Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química, UNAM*, pp. 210-217.

Bowling, B., Acra, E., Wang L., Myers, M., Dean, G., Markle G., Moskalik C., Huether C. (2007). Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics* 178, pp. 15–22.

Bugallo, A. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*, pp. 379-385.

Caballero, M. (2008). Algunas Ideas Del Alumnado De Secundaria Sobre Conceptos Básicos De Genética. *Enseñanza De Las Ciencias*, pp. 227–244.

Calixto, R. y Garcia, M. (2011). Concepciones Alternativas de los Profesores de Biología. Una Aproximación desde la Investigación Educativa. *Revista Educación y Desarrollo Social*, pp. 13-23.

Campanario, J. y Otero, C. (2000). Más allá de las Ideas Previas como Dificultades de Aprendizaje: Las Pautas de Pensamiento, las Concepciones Epistemológicas y las Estrategias Metacognitivas de los Alumnos de Ciencias. *Enseñanza De Las Ciencias*, pp. 155-169.

Carrascosa, J., Gil, D. y Valdés, P. (2004). El problema de las concepciones alternativas, hoy. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, pp. 41-63.

Coll, C. (1988). Significado y Sentido en el Aprendizaje Escolar. Reflexiones en torno al Concepto de Aprendizaje Significativo. *Infancia y aprendizaje*, pp. 131-142.

CPEIP, (2018). Resultados Nacionales Evaluación Nacional Diagnóstica de la Formación Inicial Docente 2017. Santiago de Chile: MINEDUC.

Cubero, R. (1994). Concepciones Alternativas, Preconceptos, Errores Conceptuales... ¿Distinta terminología y un mismo significado?. *Investigación en la Escuela*, pp. 33-42.

Fernández, J., Elortegui, J., Moreno, N., y Rodríguez, T. (1999). ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?. Díada Editoras. Primera Edición, pp. 1-87.

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*. Numero extra. VII congreso, pp. 1-5.

Gaitano F., Scharfenberg F., y Bogner F. (2014). Research Article: Investigation of Students' Alternative Conceptions of Terms and Processes of Gene Technology Department of Biology Didactics, University of Bayreuth, University Campus/NW I, 95447 Bayreuth, Germany. pp. 1-13.

George, D., y Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4ª ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon. pp 683-690.

González C., Martínez, M., Martínez, C., Cuevas, K., y Muñoz, L. (2009). La Educación Científica como apoyo a la Movilidad Social: Desafíos en torno al rol del Profesor secundario en la Implementación de la Indagación Científica como Enfoque Pedagógico. *Estudios Pedagógicos XXXV*, pp. 63-78.

González C., Gómez M., Ahumada G., Bravo P., Salinas E., Avilés. D., y Santana J. (2014). *Estudios Pedagógicos*, vol. XL, Número Especial 1, pp. 105-126.

Grande, E., Charrier, M., y Vilanova, S. (2009). ¿Qué Conocimientos sobre Herencia y Genética poseen un grupo de Estudiantes de Secundaria Argentinos?. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 525-528.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw Hill Education. Sexta Edición, pp. 1-634.

Huerta, L., (2017). Concepciones alternativas mayoritarias sobre Universo en profesores de Física en formación. *Estudios Pedagógicos XLIII*, N° 2: 147-162, 2017

lñiguez, J. 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*, pp. 307-327.

Klop, T. y Severiens, S. (2007). An exploration of attitudes towards modern biotechnology: A study among Dutch secondary school students. *International Journal of Science Education*, pp. 663-679.

MINEDUC (2009). "Resultados Pisa 2009 Chile". (En línea). Santiago, disponible en: [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe\\_Nacional\\_Chile.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe_Nacional_Chile.pdf) (Extraído el 10 de Junio del 2018).

MINEDUC (2011). "Resultados TIMSS 2011 Chile". (En línea), Santiago, disponible en: <https://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2013/02/resultados-timss-18-dic-2012.pdf> (Extraído el 10 de Junio del 2018).

MINEDUC (2016). "Ciencias Naturales, Programa de Estudio 2º Medio". (En línea), Santiago, disponible en: [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34453\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34453_programa.pdf)

MINEDUC (2019). "Ciencias Naturales, Programa de Estudio 4º Medio". (En línea), Santiago, disponible en: [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34397\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34397_programa.pdf)

Muñoz, C. (2005). Ideas Previas en el Proceso de Aprendizaje de la Historia. Caso: Estudiantes de Primer Año de Secundaria, Chile. *Geoenseñanza*, pp. 209-218.

Pinto, R., Aliberas, J. y Gómez, R. (1996). Tres Enfoques de la Investigación Sobre Concepciones Alternativas. *Enseñanza de las Ciencias*, pp. 221-232.

Posner, G., Strike, K. y Hewson, P. (1982). Accomodatin of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, pp. 211-227.

Pozo, J. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique*. [Versión electrónica]. *Alambique* 7, pp. 1-5.

Pozo, J. (1997). La crisis de la educación científica ¿volver a lo básico o volver al constructivismo?. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 91-104.

Redondo, F. y Cañada, F. (2016). Concepciones Alternativas de Alumnos de Segundo y Tercer Ciclo de Primaria, sobre el Sistema Sol-Tierra-Luna. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), vol. XLVI, núm. 1, enero-marzo, 2016, pp. 147-174.

Rodríguez, M. (1999). Características de las Concepciones Alternativas” En “Conocimiento Previo y Cambio Conceptual. *Aique Grupo Editor* (Argentina), pp. 39-45.

Rodríguez, V. y Díaz, S. (2012). Concepciones Alternativas Sobre los Conceptos de Energía, Calor y Temperatura de los Docentes en Formación del Instituto Pedagógico en Santiago, Panamá. *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”*, Volumen 12, Número 3, Setiembre-Diciembre, pp. 1-26.

Sánchez, S. (2018). Como Trabajan Los Docentes Con Las Ideas Previas De Los Alumnos. *Universidad de Sevilla, Facultad de Ciencias de la Educación*, Sevilla.

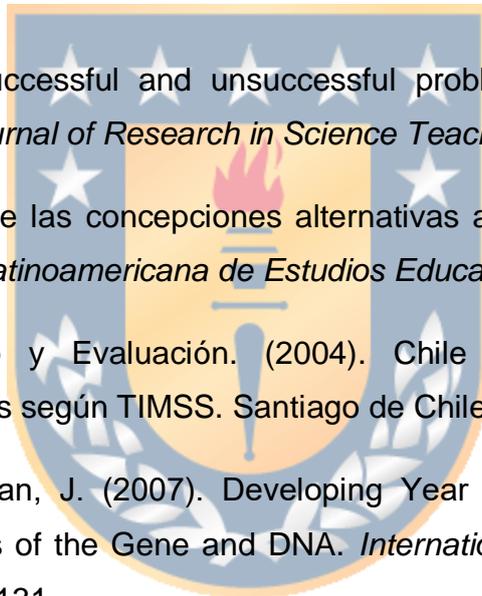
Smith, M. (1988). Successful and unsuccessful problem solving in classical genetic pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching*, pp. 411-433.

Tamayo, A. (2016). De las concepciones alternativas a la modelización en la enseñanza. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, pp. 7-12.

Unidad de Currículo y Evaluación. (2004). Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS. Santiago de Chile: MINEDUC.

Venville, G. y Donovan, J. (2007). Developing Year 2 Students’ Theory of Biology with Concepts of the Gene and DNA. *International Journal of Science Education*, pp. 1111-1131.

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*, 16 (1), 43-61.



# ANEXOS

## ANEXO 1

### Cuestionario de Genética

I. A continuación responde de forma clara y precisa las preguntas planteadas.

1.- ¿Qué es el ADN?

---

---

---

2.- ¿Que es un gen?

---

---

---

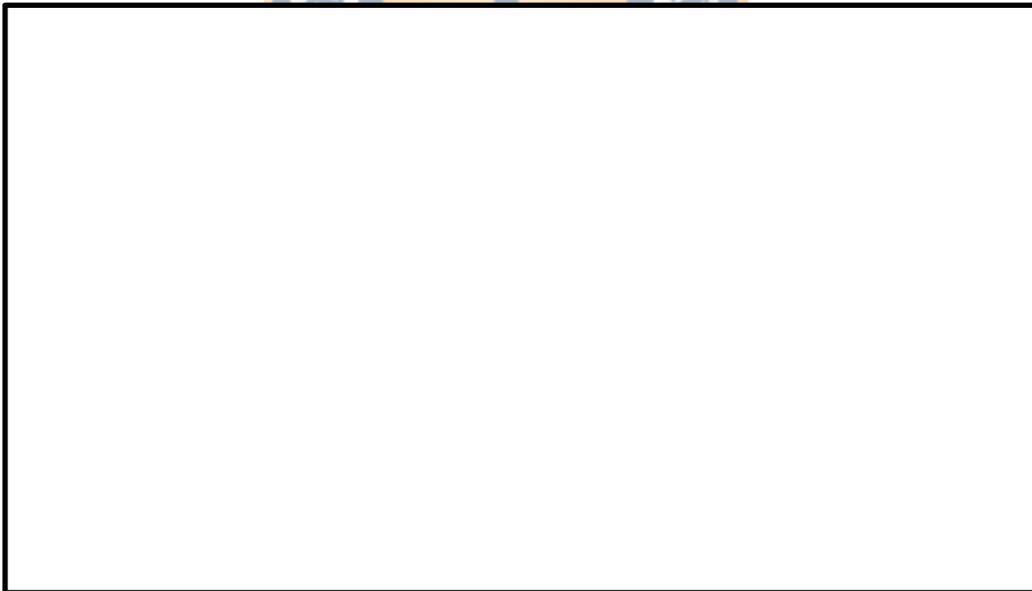
3.- ¿Qué es un cromosoma?

---

---

---

4.- Dibuje una célula eucarionte, en la cual debe esquematizar y rotular: ADN y Cromosoma.



II. En la siguiente tabla, indica con una cruz (X) si es que, Todos, Algunos, Ningún de los individuos pertenecientes a los reinos Vegetal, animal, hongo y bacteria tienen cromosomas. Si desconoce la información indique la casilla no lo sé.

	Todos	Algunos	Ninguno	No lo se
Plantas				
Animales				

Hongos				
Bacterias				

III. A continuación se presentan preguntas con múltiples alternativas, usted marque con una X la o las alternativas que considere correctas para cada pregunta (Recuerde que puede haber una o más de una respuesta correcta).

1.- ¿Qué células contienen información hereditaria?

- Espermatozoide
- Células del Cerebro
- Células del Corazón
- Óvulos
- Células Musculares

2.- En que células hacen su función los cromosomas.

- Espermatozoide
- Células del Cerebro
- Células del Corazón
- Óvulos
- Células Musculares

3.- Indica que células tienen cromosomas.

- Espermatozoide
- Células del Cerebro
- Células del Corazón
- Óvulos
- Células Musculares

4.- ¿Que células tienen cromosomas sexuales?

- Espermatozoide
- Células del Cerebro
- Células del Corazón
- Óvulos
- Células Musculares



5.- Si nos referimos al flujo de la información genética, cuál de las siguientes alternativas presenta la secuencia correcta en que ocurre este proceso.

- ARN**  $\xrightarrow{\text{Transcripción}}$  **Proteína**  $\xrightarrow{\text{Traducción}}$  **ADN**
- ARN**  $\xrightarrow{\text{Transcripción}}$  **ADN**  $\xrightarrow{\text{Traducción}}$  **Proteína**
- ADN**  $\xrightarrow{\text{Transcripción}}$  **Proteína**  $\xrightarrow{\text{Traducción}}$  **ARN**
- ADN**  $\xrightarrow{\text{Transcripción}}$  **ARN**  $\xrightarrow{\text{Traducción}}$  **Proteína**
- Proteína**  $\xrightarrow{\text{Transcripción}}$  **ADN**  $\xrightarrow{\text{Traducción}}$  **ARN**

6.- ¿Que células contienen genes?

- Espermatozoide
- Células del corazón
- Óvulos
- Células musculares
- Células del Cerebro

**IV. A continuación respecto a cada afirmación que se plantea, responda si está de acuerdo o en desacuerdo marcando con una X según corresponda.**

Nº	Afirmación	De acuerdo	En desacuerdo
1	La mitosis ocurre en células sexuales.		
2	La meiosis ocurre en células somáticas.		
3	En la meiosis hay dos divisiones. En la primera se separan cromosomas homólogos y en la segunda se separan cromátidas.		
4	En la meiosis se obtienen 4 células hijas haploides.		
5	En la mitosis se obtienen 2 células hijas diploides.		
6	Los óvulos y espermatozoides son células sexuales que provienen de la mitosis.		
7	Los óvulos y espermatozoides son células sexuales que provienen de la meiosis.		
8	En la profase meiótica ocurre recombinación homóloga de cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos.		
9	El ADN se compacta para que la célula no pierda material genético en la división celular.		
10	El ADN como material genético determina el funcionamiento de las células.		
11	Un cromosoma es ADN enrollado sobre proteínas.		
12	Un par de cromosomas homólogos está formado por un cromosoma del padre y uno de la madre.		
13	Cromátidas hermanas es sinónimo de cromosomas homólogos.		
14	Un gen es un factor hereditario (región del DNA) que participa en determinar una característica.		
15	Un alelo es una variante de un gen.		
16	El genoma es el conjunto de material genético que posee un individuo.		
17	Un heterocigoto es una condición genética que presentan dos alelos diferentes.		
18	Un homocigoto es una condición genética de un gen con dos alelos iguales.		
19	Locus se denomina al lugar que un alelo ocupa en el ADN.		
20	Fenotipo: Expresión de una característica genética.		
21	Genotipo: Conjunto de alelos que posee un individuo.		
22	Cada organismo diploide posee 2 alelos para un carácter.		
23	Los 2 alelos para un mismo carácter se separan cuando se forman los gametos en proporciones iguales.		

## Anexo 2

### Planilla de puntajes utilizada para calcular el índice de fiabilidad y consistencia interna del cuestionario Alpha de Cronbach.

Estudiantes	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Pregunta 11	Pregunta 12	Pregunta 13	Pregunta 14	Pregunta 15	Pregunta 16	Pregunta 17	Pregunta 18	Pregunta 19
1	1	0	1	0	3	3	0	0	2	2	2	2	0	1	1	0	1	1	1
2	1	1	1	0	1	3	2	2	2	2	2	2	0	2	1	0	1	1	1
3	1	1	1	2	3	3	2	0	3	2	1	2	0	1	1	0	1	0	1
4	2	2	3	2	3	3	3	3	5	5	5	5	0	5	1	1	1	1	0
5	1	0	1	1	3	3	1	1	2	3	1	2	0	2	0	0	1	0	0
6	1	1	3	2	3	3	2	2	2	1	3	2	0	1	0	0	1	0	0
7	2	1	0	1	3	3	1	3	3	1	1	2	0	2	1	1	1	1	1
8	1	0	2	2	0	3	3	2	2	2	1	2	0	2	0	0	1	1	1
9	1	1	2	1	3	3	3	3	5	3	2	2	0	5	1	0	1	1	1
10	1	2	3	0	3	3	1	0	5	5	5	2	0	5	1	0	0	1	1
11	1	0	0	0	0	3	0	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	1	1
12	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	1	1
13	1	1	0	0	0	3	0	0	2	5	5	2	0	3	0	0	1	1	1
14	1	0	2	0	3	3	3	0	2	1	0	2	0	1	0	0	1	1	1
15	1	3	3	3	3	3	2	0	2	5	5	2	0	5	1	0	1	1	1
16	1	0	1	2	2	3	2	0	2	3	3	2	1	2	0	0	1	1	1
17	2	3	1	2	0	3	0	0	2	2	2	2	0	3	1	0	1	1	1
18	1	0	0	0	0	3	2	2	1	1	3	2	0	2	1	0	1	0	0
19	0	0	0	0	1	3	1	1	3	2	3	2	0	2	1	0	1	0	1
20	1	1	0	0	0	3	0	0	2	5	5	2	0	3	0	0	1	1	1
21	1	1	0	1	2	3	1	1	3	2	3	2	0	2	0	0	0	0	0
22	2	2	0	0	3	3	2	2	1	3	2	2	0	2	0	0	1	1	1
23	1	2	3	2	2	3	0	0	3	5	3	2	0	2	1	1	0	1	0
24	0	2	2	0	0	3	0	0	2	1	0	2	0	2	1	1	0	0	1
25	3	2	3	2	2	3	3	3	1	1	1	2	0	2	1	1	1	1	1
26	0	3	1	0	2	3	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	2	0	3	3	1	2	1	2	2	2	0	3	1	0	1	0	1
28	3	3	3	0	2	3	2	0	2	2	3	2	0	5	1	0	1	1	1
29	0	3	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	0	0	1	0	0	0	1
30	1	2	2	0	3	3	1	0	2	5	2	2	0	3	1	0	1	1	1
31	1	3	0	0	1	3	1	0	2	2	2	2	0	2	0	0	1	0	1
32	0	0	0	0	3	1	2	2	2	2	2	2	0	4	1	1	1	1	1
33	1	2	1	2	3	3	1	3	2	2	2	2	0	3	1	0	0	0	1
34	0	0	0	0	3	3	1	0	5	5	5	2	0	5	1	0	0	1	1
35	1	3	0	0	1	3	1	0	2	2	2	2	0	2	0	0	1	0	1
36	1	0	0	0	0	1	3	2	2	1	2	3	2	0	2	0	0	1	1

0,453968254 1,252063492 1,320634921 0,935714206 1,54295714 0,11111111 0,32968254 1,31111111 1,61667302 2,237301687 1,787301687 0,25 0,078571429 2,31111111 0,237301687 0,177777778 0,216253968 0,228571429 0,123016873

Pregunta 20	Pregunta 21	Pregunta 22	Pregunta 23	Pregunta 24	Pregunta 25	Pregunta 26	Pregunta 27	Pregunta 28	Pregunta 29	Pregunta 30	Pregunta 31	Pregunta 32	Pregunta 33	Pregunta 34	Pregunta 35	Pregunta 36	Pregunta 37	Puntaje total	
0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	34
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	41
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	37
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	64
0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	26
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	42
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	38
0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	38
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	55
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	54
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	18
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	15
0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	42
1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	26
1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	55
0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	38
0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	35
0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	33
1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	35
0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	39
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	47
1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	29
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	47
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	43
0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	45
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	37
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	45
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	32
1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	41
1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	45
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	35
1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	34

0,256349206 0,257142857 0,253968254 0,142857143 0,256349206 0,101687302 0,177777778 0,253968254 0,142857143 0,142857143 0,218253968 0,162857143 0,142857143 0,253968254 0,101687302 0,177777778 0,053968254 0,218253968

K	37
sum Vi	20,02460317
Vt	90,87857143
Seccion 1	1,027777778
Seccion 2	0,779655392
	0,779655392
<b>Alpha</b>	<b>0,8013125</b>

### Anexo 3

#### Resultados del ítem nº 1:

**Tabla nº 6:** Comparación en porcentajes de los tipos de respuestas obtenidas en el ítem nº 1 para cada colegio.

Preguntas ítem nº 1	Concepciones científicamente correctas en cada curso.		Concepciones alternativas en cada curso		No lo saben o respuestas en blanco en cada curso.		Concepciones erróneas o respuestas incorrectas en cada curso	
	CP	CM	CP	CM	CP	CM	CP	CM
1.- ¿Qué es el ADN?	69%	56%	19%	11%	2%	6%	10%	28%
2.- ¿Qué es un gen?	47%	44%	29%	25%	7%	28%	17%	3%
3.- ¿Qué es un cromosoma?	31%	25%	38%	14%	21%	39%	10%	22%
4.- Dibuje una célula eucarionte, en la cual debe esquematizar y rotular: ADN y cromosoma.	7%	0%	60%	47%	19%	50%	14%	3%
3º medio del Colegio particular (CP)	Compuesto por 42 estudiantes que equivalen al 100%.							
3º medio del Colegio municipal (CM)	Compuesto por 36 estudiantes que equivalen al 100%.							

### Anexo 4

#### Resultados del ítem nº 2:

**Tabla nº 7:** resultados porcentuales de las respuestas obtenidas por ambos cursos en el ítem nº 2.

	Todos		Algunos		Ninguno		No lo se	
	CP	CM	CP	CM	CP	CM	CP	CM
Plantas	71%	56%	21%	28%	5%	8%	2%	8%
Animales	100%	94%	0%	3%	0%	0%	0%	3%
Hongos	21%	17%	31%	25%	19%	19%	29%	39%
Bacterias	19%	11%	26%	22%	24%	25%	31%	42%

En esta tabla se da a conocer el porcentaje de cada curso, que marco como respuesta correcta cada una de las opciones dadas.

## Anexo nº 5

### Resultados del ítem nº 3:

**Tabla nº 8:** Resultados porcentuales de las respuestas obtenidas en el ítem nº 3

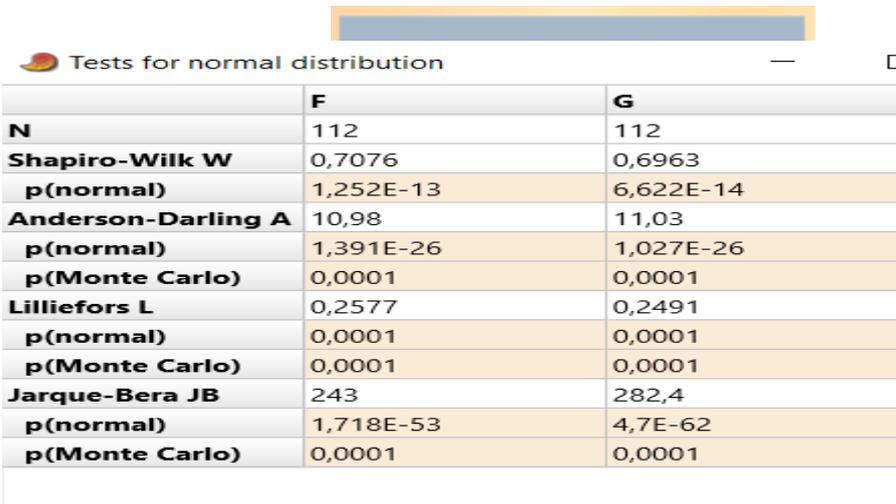
Preguntas del ítem nº 2	Concepciones científicamente correctas (CCC).		Concepciones alternativas (CA).		No lo saben o respuestas en blanco.	
	CP	CM	CP	CM	CP	CM
1.- ¿Qué células contienen información hereditaria?	14%	0%	83%	100%	2%	0%
2.- ¿En qué células hacen su función los cromosomas?	19%	11%	74%	75%	7%	14%
3.- Indica que células tienen cromosomas	52%	14%	40%	75%	2%	11%
4.- ¿Qué células tienen cromosomas sexuales?	5%	0%	95%	100%	0%	0%
5.- Si nos referimos al flujo de la información genética, cuál de las siguientes alternativas presenta la secuencia correcta en que ocurre este proceso.	17%	17%	76%	75%	7%	8%
6.- ¿Qué células contienen genes?	33%	22%	59%	78%	7%	0%

Anexo nº 6:

Estadísticos descriptivos.

Promedio	11,375	12,6071429
Moda	2	0
Min	0	0
Max	90	97
Desviación	16,2835931	18,3908306
Establecimientos	CP	CM

Test de normalidad en la distribución de los datos.



Tests for normal distribution

	F	G
<b>N</b>	112	112
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,7076	0,6963
<b>p(normal)</b>	1,252E-13	6,622E-14
<b>Anderson-Darling A</b>	10,98	11,03
<b>p(normal)</b>	1,391E-26	1,027E-26
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0001	0,0001
<b>Lilliefors L</b>	0,2577	0,2491
<b>p(normal)</b>	0,0001	0,0001
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0001	0,0001
<b>Jarque-Bera JB</b>	243	282,4
<b>p(normal)</b>	1,718E-53	4,7E-62
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0001	0,0001

Test de homogeneidad y significancia estadística.

One-way ANOVA	Residuals	Tukey's pairwise	Kruskal-Wallis	Mann-Whitney pairwise	Dunn's post hoc
<b>Test for equal means</b>					
<b>Between groups:</b>	<b>Sum of sqrs</b>	<b>df</b>	<b>Mean square</b>	<b>F</b>	<b>p (same)</b>
<b>Within groups:</b>	85,0179	1	85,0179	0,2818	0,5961
<b>Total:</b>	66975	222	301,689		<b>Permutation p (n=99999)</b>
	67060	223			0,6032
<b>Components of variance (only for random effects):</b>					
<b>Var(group):</b>	-1,93456	<b>Var(error):</b>	301,689	<b>ICC:</b>	-0,00645383
<b>omega<sup>2</sup>:</b>	0				
<b>Levene's test for homogeneity of variance, from means</b>				<b>p (same):</b>	0,4286
<b>Levene's test, from medians</b>				<b>p (same):</b>	0,5798
<b>Welch F test in the case of unequal variances: F=0,2818, df=218,8, p=0,5961</b>					