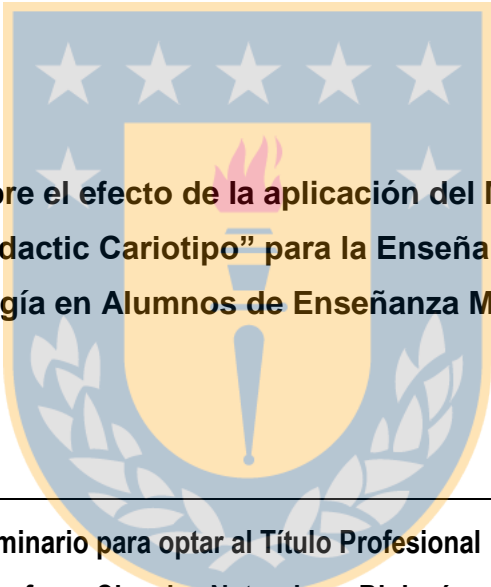




**Universidad de Concepción
Campus Los Ángeles
Escuela de Educación**



**Estudio de caso sobre el efecto de la aplicación del Modelo Didáctico
Analógico Concreto “Didactic Cariotipo” para la Enseñanza y Aprendizaje de
la Biología en Alumnos de Enseñanza Media**

**Seminario para optar al Título Profesional
Profesor Ciencias Naturales y Biología**

Seminarista : Manuel Esteban Vergara Martínez
Profesor (a) Guía : Paola Ximena Anaya Domínguez

Los Ángeles, 2018

INDICE

Capítulos	Páginas
Resumen	3
Abstrac	4
I. Planteamiento y Justificación del problema	5
Pregunta de investigación	8
Objeto de estudio	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Hipótesis	9
II. Marco Referencial	10
III. Diseño Metodológico	21
IV. Resultados	26
V. Discusión	40
VI. Conclusiones	43
VII. Alcances y Sugerencias	44
Bibliografía	45
Anexos	52



RESUMEN

El aprendizaje de las ciencias, entre ellas Biología, es actualmente un problema, tanto para los estudiantes como docentes, ya que existen obstáculos al momento de abordar con ejemplos cotidianos ciertos conceptos, tales como herencia genética. Debido a esta situación se han desarrollado modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias, los cuales simplifican el contenido reduciendo el nivel de complejidad de conceptos, un ejemplo de ellos es el Modelo Didáctico Analógico, que por medio de analogías representa la realidad favoreciendo la visualización de los contenidos.

El presente estudio de caso aplicó el modelo denominado “Didactic Cariotipo”, modelo basado en el uso de analogías para la enseñanza y aprendizaje de herencia genética. Esta investigación se desarrolló durante el año 2017 en un establecimiento de la Comuna de Quilleco con estudiantes de 2º año medio y busco determinar el efecto del modelo en el logro de aprendizaje significativo y mejora del interés por la asignatura. Para ello se utilizaron como instrumentos, un test de conocimiento y una encuesta de interés por la asignatura.

Los resultados indican que la aplicación del modelo didáctico no influye significativamente en el interés hacia la Biología, pero si logra aprendizaje significativo en la comprensión de la herencia genética, debido a que el Modelo “Didactic Cariotipo” genera en los estudiantes la instancia para que tengan un rol activo en su proceso de aprendizaje, lo cual es fundamental para la comprensión de Biología.

Palabras Claves: Modelo Didáctico Analógico (MDA), herencia genética, aprendizaje significativo, interés, enseñanza de la Biología.

ABSTRAC

The Learning of science, among them Biology, is currently a problem both for students and teachers, since there are obstacles when dealing with everyday examples, certain concepts such as genetic inheritance. Due to this situation, didactic models have been developed for teaching science, which simplify the content by reducing the level of complexity of concepts, an example of them is the Analog Didactic Model, which by means of analogies, represents reality favoring visualization of the contents.

In the present case study, the model called “Didactic Karyotype” was applied, model based on the use of analogies for teaching and learning genetic inheritance. This research was developed during 2017 in a High School of the commune of Quilleco, with students of second year and I seek to determine if significant content learning is achieved and improves interest in the subject by applying tool such as knowledge test, satisfaction and interest survey for the subject.

The results obtained from the different instruments indicate that the application of the didactic model does not significantly influence the interest towards Biology, but it does achieve learning in the understanding of genetic inheritance, due to the fact that the “Didactic Karyotype” model generates in students the instance so that they have an active role in their learning process, which is fundamental for the understanding of biology.

Key Words: Analog Didactic Model (ADM), genetic inheritance, significant learning, interest, teaching Biology.

I. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

La educación no sólo entrega conocimiento, sino que también, permite desarrollar en los individuos las competencias para desenvolverse dentro de la sociedad de manera activa (Pozo y Gómez, 2006). Un área de la educación que fomenta el desarrollo de competencias (conocimiento, habilidades y actitudes científicas) es la educación científica, ya que permite una mejor comprensión del mundo que nos rodea y posibilita una participación ciudadana con fundamentos (Macedo y Katzkowicz, 2005). Sin embargo, la realidad actual de la educación científica en Chile se aleja de este propósito, donde la calidad de la enseñanza es cuestionada a la luz de los resultados deficientes obtenidos en pruebas que miden el logro de los aprendizajes (tanto nacionales como internacionales) (Cofré *et al.*, 2010; MINEDUC, 2011).

De lo anterior se hace evidente que existe un problema en el aprendizaje de las ciencias, que puede ser atribuido entre varias causas, al nivel de abstracción que presentan los modelos científicos, los cuales generan en los alumnos cierta problemática para comprender la realidad, dejando fuera las capacidades y los conocimientos previos de los educandos (Cofré *et al.*, 2010). Por otra parte, tal como lo mencionan Campanario y Moya (1999), las metodologías de las enseñanzas de las ciencias, ha sido principalmente por transmisión de información. Este aspecto, queda evidenciado en el informe de la Academia Chilena de Ciencias del año 2005, en el cual se indica que la educación científica del alumno ha girado tradicionalmente en torno a instrucciones enciclopedistas y a una enseñanza memorística del conocimiento (Albertini *et al.*, 2005). Esto ha generado que la visión de los alumnos de las ciencias, sea de una disciplina abstracta y difícil de comprender, ya que los conceptos fundamentales son intangibles (Cárdenes, Martínez, Santa Ana, Mingarro y Domínguez, 2008). Por su parte, los alumnos están afectados por una rigidez representacional en biología, lo cual carecen de un vocabulario específico y de conceptos que les permitan articular en su estructura cognitiva el nuevo conocimiento científico, y por tanto, deben renunciar a dar el fenómeno la significación que podría darle el científico, ensayando en su lugar una modalidad de aprendizaje memorístico (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001).

Es por ello que se hace necesaria una innovación en la forma de enseñanza de las ciencias, cuyo propósito sea situar el conocimiento científico al alcance de los alumnos (Zamorano, Gibbs, Viau y Moro, 2006). En este mismo sentido Adúriz-Bravo y Galagovsky

(2001) sugieren que, para lograr una mayor comprensión de las ciencias por parte de los alumnos, es necesario representar los contenidos científicos por medio de materiales didácticos adecuados. Es así como Izquierdo (1999) en Adúriz-Bravo y Galagovsky, (2001), a partir de investigaciones en psicología, ciencia cognitiva y didáctica de las ciencias, señala al modelo como un concepto poderoso para entender la dinámica de la representación que tanto científicos como estudiantes, hacen del mundo real, por lo que los modelos se hacen necesarios y útiles para la enseñanza de las ciencias.

Los modelos son considerados herramientas de representación simplificada de la realidad, que contienen elementos auxiliares que permiten explicar y predecir su comportamiento (Adúriz-Bravo, 1999). En la enseñanza de las ciencias se han desarrollado modelos didácticos, tales como: representaciones científicas, representaciones concretas, metáforas, pares de representaciones análogos concreta y las analogías; los cuales corresponden a adaptaciones de los modelos científicos, en donde se ha reducido su nivel de abstracción, haciéndolos más accesibles para la comprensión de los alumnos (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 1997; Adúriz-Bravo, Garófalo, Greco y Galagovsky, 2005).

Estas formas expresivas permiten representaciones más significativas del contenido y transferencias de éste a otros campos (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001), por lo que su uso ha sido señalado como una herramienta efectiva para el aprendizaje en esta área del conocimiento (Jara, 2012). De esta forma, utilizando componentes del sentido común o de la vida cotidiana, es que se define el “Modelo Didáctico Analógico” (MDA) (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001), donde la aplicación didáctica de este modelo considera enseñar conocimientos científicos (tópicos) a partir de la analogía, utilizando componentes de la vida cotidiana (análogo), los cuales el alumno conoce, permitiéndole finalmente relacionar e intuir las características del análogo con el tópico (Zamorano *et al.*, 2006).

Las características que presenta dicho modelo son consideradas ventajosas según Adúriz-Bravo *et al.*, (2005), donde destacan el MDA por ser un recurso que permite el acceso a conocimientos complejos y difíciles de comprender, representándolos con ejemplos y sucesos cotidianos que tienden a favorecer la visualización de tales contenidos, fomentando la capacidad de razonamiento y fundamentación de los alumnos.

Un Modelo Analógico simple y de bajo costo es “Pajitex”, propuesta didáctica brasileña cuyo propósito es auxiliar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos básicos referentes al tema de la herencia genética (Abreu, Castellano y Vianna,

2011). Este modelo se construye a partir de materiales de uso cotidiano como son bombillas de refrescos y elementos que representan cada una de las estructuras que forma la molécula de ADN. Dicho modelo fue aplicado con éxito en Brasil y en Chile fue utilizado por Benavides y Chávez en 2014 para la enseñanza de ácidos nucleicos a alumnos de cuarto año medio obteniendo buenos resultados de enseñanza y aprendizaje. Otro modelo desarrollado en base a bombillas de refresco es el Didactic Cariotipo, modelo creado por la investigadora Alejandra Barriga, dicho modelo fue utilizado en el Liceo Municipal de Nacimiento en el cual se obtuvieron buenos resultados en cuanto al aprendizaje en Biología, este es un MDA para la enseñanza de los cromosomas y el cariotipo humano. Este modelo permite abordar de forma concreta conceptos básicos del material genético como son: estructura, tipos y función de los cromosomas, además del estudio del cariotipo y procesos de división celular. Pese a la gran importancia de estos contenidos, investigaciones en didáctica de las ciencias muestran que el aprendizaje de la genética aparece entre las disciplinas de mayor dificultad, siendo poco significativa y de difícil comprensión por los estudiantes (Bugallo, 1995 en Iñiguez, 2005 en Barriga y Briones, 2016). Por tal motivo y con el objeto de crear entornos de aprendizaje que potencien el interés en ciencias es que se desarrolló el Modelo Analógico “Didactic Cariotipo” que tiene como propósito auxiliar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos básicos referentes al material genético.

Es por lo anterior que se realizó la investigación que se presenta a continuación, la que fue enmarcada como estudio de caso sobre la aplicación del modelo “Didactic Cariotipo”, con la finalidad de mejorar en estudiantes de Segundo Año Medio el interés por la asignatura de Biología y a la vez facilitar su aprendizaje en la temática relacionada con la herencia genética.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio de caso pretendió contestar las siguientes preguntas:

1. ¿La aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” logrará el aprendizaje significativo en la temática de herencia genética?
2. ¿El Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” facilita la enseñanza del concepto de herencia genética?
3. ¿La aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” mejorará el interés por la clase de Biología en la temática de herencia genética?

OBJETO DE ESTUDIO

Eficacia del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” para la enseñanza y aprendizaje del tema herencia genética en alumnos que cursan 2º año medio de un colegio de la comuna de Quilleco perteneciente a la provincia del Biobío.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” en la enseñanza de la herencia genética en la asignatura de Biología a alumnos de segundo año de enseñanza media del Liceo Agrícola San Lorencito de la comuna de Quilleco, perteneciente a la provincia del Biobío, durante el primer semestre del año 2017.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el efecto la aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” en la enseñanza y aprendizaje de herencia genética, a través de un test aplicado en diferentes momentos.
- Evaluar el efecto del Modelo “Didactic Cariotipo” en el interés de los alumnos por la clase de Biología a través de una encuesta de interés aplicada al inicio y final de la intervención.

HIPOTESIS

Hipótesis 1: La aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” en la asignatura de Biología en alumnos que cursen 2º año medio, logra el aprendizaje significativo de conceptos de herencia genética.

Hipótesis 2: La aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” en la asignatura de Biología en alumnos que cursen 2º año medio, logra mejorar el interés de los alumnos por la clase de Biología.



II. MARCO REFERENCIAL

EDUCACION CIENTIFICA

La educación es esencial, no sólo como uno de los instrumentos de la cultura que permite a las personas desarrollarse en el transcurso de la socialización (Naula, 2011), sino que también debe potenciar todos los talentos y dimensiones de las personas (Delors, 1996). La educación entrega conocimientos que permiten desarrollar en los individuos las competencias que le permitan desenvolverse dentro de la sociedad de manera activa (Pozo y Gómez, 2006). Para lograr esto, las propuestas educativas deben permitir a los estudiantes desarrollar competencias necesarias para enfrentar exitosamente la vida cotidiana, en ese marco es que el propósito primordial de la educación es formar a los estudiantes, como futuros ciudadanos, para que sepan desenvolverse en un mundo científico y tecnológico, para que sean capaces de adoptar actitudes responsables, decisiones fundamentadas y resuelvan problemas cotidianos desde una postura de respeto a los demás, al entorno y a las futuras generaciones (Villarzú y Velasco, 2007).

El desarrollo de la ciencia y la tecnología son pilares fundamentales que permite el desarrollo económico y social de los países (Gonzales *et al.*, 2012). El conocimiento científico ha trascendido prácticamente a todos los aspectos de lo cotidiano y se vuelve indispensable para la comprensión del medio en que se está inmerso (Gonzales-Weil, Martínez, Martínez, Cuevas y Muñoz, 2009). Es así como en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI organizada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) realizada el año 1999, menciona que “la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica y para contar con ciudadanos activos e informados” (Declaración de Budapest, UNESCO-ICSU, 1999). Bajo este contexto, un área de la educación que fomenta el desarrollo de competencias (conocimiento, habilidades y actitudes) es la educación científica, la cual permite una mejor comprensión del mundo y posibilita una participación ciudadana con fundamentos (Macedo y Katzkowicz, 2005), ya constituye como una herramienta fundamental para el logro y adquisición de estas competencias científicas en los individuos de una sociedad moderna (Gonzales-Weil *et al.*, 2009).

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN CHILE

La ciencia ha evolucionado en respuesta a los cambios que ha experimentado la sociedad, por lo que la enseñanza de esta disciplina también ha progresado con el pasar de los años. Si en un principio el propósito era formar futuros científicos, en este momento es educar científicamente a la población, para que sea consciente de los problemas de la naturaleza y de la posibilidad de relacionar sobre los mismos (Martin, 2002 en Gonzales-Weil, *et al.*, 2009). En Chile, el propósito de la enseñanza es el mismo: lograr que todos los estudiantes desarrollen la capacidad de usar el conocimiento científico, para identificar problemas, elaborar conclusiones basadas en evidencias, en orden a entender y participar de las decisiones sobre el mundo natural y los cambios provocados por la actividad humana (MINEDUC, 2004). Por lo tanto, una política educativa que enfrente los desafíos de la sociedad moderna, debe tener como prioridad la alfabetización científica de todos los estudiantes (Tedesco, 2009). Entendiéndose por alfabetización científica a “los niveles mínimos de conocimientos científicos que contribuyen a la comprensión, interpretación y actuación responsable sobre la sociedad” permitiendo una participación activa y responsable en la búsqueda de soluciones a las problemáticas actuales científicas y tecnológicas (Martín, 2002).

Actualmente en Chile, la enseñanza de las ciencias es considerada un eje de gran importancia desde la educación preescolar hasta los últimos años de la enseñanza secundaria (Cofré *et al.*, 2010), por ser un agente de desarrollo humano y económico, gracias a las competencias científicas que ésta entrega a la ciudadanía (Krugly-Smolka, 1990 en Gonzales-Weil, *et al.*, 2009). Sin embargo, el énfasis de la enseñanza está direccionada en los contenidos más que en el desarrollo de competencias científicas, lo que indica que la educación en Chile sigue una tendencia tradicionalista, enfocada mayoritariamente en contenidos (Gonzales-Weil, *et al.*, 2009). Es así, que en el año 2005 la Academia Chilena de Ciencias emitió un informe en el cual señala, que la formación científica de los escolares, ha girado en torno a conocimientos basados en aprendizajes memorísticos y descontextualizados para los estudiantes (Albertini *et al.*, 2005), debido a que los profesores comúnmente no priorizan el desarrollo de habilidades y actitudes, sino que usan metodologías basadas en la lectura de libros de texto e instrucciones directas, (Krugly-Smolka, 1990 en Gonzales-Weil, *et al.*, 2009), restándole importancia al desarrollo de actividades prácticas (Cofré *et al.*, 2010).

Uno de los factores que determina este tipo de enseñanza se debe a una formación inicial docente inadecuada, la que repercute en que un gran número de profesores de enseñanza básica no poseen capacidades científicas adecuadas para fomentar el interés a las ciencias (Cofré *et al.*, 2010). En este mismo sentido, según menciona Vergara y Cofré (2008), los programas de formación de profesores de ciencias, cuentan con pocos cursos dedicados a la enseñanza de las disciplinas científicas y la didáctica de las ciencias (menos de un 10% de los planes de estudio de Pedagogía en Básica contemplan estos cursos), y en cuanto a la formación de profesores de ciencia en enseñanza media, Cofre *et al.*, (2010) señalan que está fuertemente marcada por un ámbito disciplinar, ya sea en Biología, Química o Física y en menor medida en una formación en el ámbito pedagógico, como es la didáctica de las ciencias, lo que repercute en la confianza de los profesores chilenos, los cuales se sienten menos seguros en sus conocimientos (Cofré *et al.*, 2010). En esto último, se ha establecido que los profesores que se sienten inseguros se guían principalmente por los libros de texto, lo cual hace que su práctica pedagógica sea poco innovadora y más bien tradicional (Carrascosa, 2008 en Cofré *et al.*, 2010), esto implica que muchas de las clases de ciencia que reciben los alumnos de educación básica o media sean poco motivantes, generando dificultades para comprender los conceptos científicos (Pozo y Gómez, 2006). Esta forma de enseñar ciencias genera un desinterés por parte de los estudiantes (Pozo y Gómez, 2006) y una calidad de enseñanza en ciencias cuestionada por los resultados deficientes en pruebas internacionales que miden el logro del aprendizaje (Cofré *et al.*, 2010). Según los resultados del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) y La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) 2012, señalan que Chile es uno de los países latinoamericanos con mejor desempeño en las pruebas internacionales que miden competencias científicas en estudiantes de enseñanza básica y media, no obstante, está por debajo del promedio de los países desarrollados o en vías de desarrollo. Los resultados evidenciaron que el desempeño promedio de los alumnos chilenos evaluados en 2º año medio se encuentra situado solo en el nivel de “ser capaces de recordar conocimientos científicos” (OECD y PISA, 2012).

Tomando en cuenta lo mencionado, una de las principales problemáticas que enfrenta la enseñanza de las ciencias en la actualidad, es el manejo de una didáctica inadecuada, que impide a los alumnos dar significado a lo que el docente enseña, dificultando la apropiación de conocimientos científicos. En su trabajo Adúriz-Bravo y Galagovsky (2001), señalan que estas dificultades están asociadas a la brecha producida

entre el lenguaje cotidiano que manejan los alumnos y el lenguaje científico que se pretende enseñar, por lo que para poder superar esta, es necesario considerar la ciencia escolar y la ciencia erudita como dos componentes articulados. De este modo la ciencia escolar (la ciencia que se enseña), no se limita a ser una simplificación de la ciencia erudita adaptada al nivel de maduración de los alumnos, si no que posee conceptos y modelos propios y originales que faciliten el acceso del alumnado a las formas más altas de representación científica. Además, al otorgar autonomía y carácter propio a la ciencia escolar, abre la posibilidad que esta sea una entidad independiente, que crea sus propias representaciones, herramientas y lenguaje, y que tiene como objetivo permitir la transición hacia la ciencia erudita (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001). Esta nueva forma de entender la enseñanza de las ciencias en la escuela implica cambios que se organizan alrededor de un enfoque constructivista.

La realidad escolar se encuentra alejada de las teorías constructivistas y está marcada por un fuerte componente conductista (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001). Es así como en un estudio realizado por Vergara (2006) sobre las clases de ciencias naturales en enseñanza básica y media en establecimientos chilenos, los alumnos las describieron como aburridas y centradas en el profesor, además el mismo estudio reveló que dos de cada tres profesores de Biología otorgan mayor importancia al aprendizaje memorístico y en menor medida a la comprensión de conceptos, con clases principalmente expositivas y escasa interacción profesor-alumno, más bien características propias de enseñanza por transmisión-recepción, asimismo la postura que presentan los estudiantes frente a las ciencias, no les favorece, puesto que ven a la Biología como una disciplina difícil de comprender (Mammino, 2001), donde los temas fundamentales son intangibles porque las explicaciones no son tan evidentes, ya que se habla con un lenguaje científico que es distinto del que conoce y utilizan los estudiantes (Cárdenes *et al.*, 2008).

De lo anterior se hace evidente que existe un problema en la didáctica de las ciencias, debido al nivel de abstracción que presentan los modelos científicos, los cuales generan un problema a los profesores para poder explicar a los estudiantes los contenidos científicos (Cofré *et al.*, 2010), y es por ello, que se hace necesaria una innovación en las prácticas de enseñanza, cuyo objetivo sea situar el conocimiento científico al alcance de los alumnos (Zamorano, Gibbs, Viau y Moro, 2006). Adúriz-Bravo y Galagovsky (2001) sugieren que, para lograr una mayor comprensión por parte de los alumnos, es necesario representar los contenidos científicos por medio de materiales didácticos adecuados. Es así

como Izquierdo (1999) en Adúriz-Bravo y Galagovsky (2001), como resultado de investigaciones en psicología, ciencia cognitiva y didáctica de las ciencias, señala al modelo como un concepto poderoso para entender la dinámica de la representación que tanto científicos como estudiantes se hacen del mundo. Siendo así como los modelos se hacen necesarios y útiles para la enseñanza de las ciencias.

MODELOS DIDÁCTICOS

Una forma de representar situaciones y comprender la dinámica de los contenidos en ciencias es a través de la utilización de modelos, los cuales son herramientas de representación simplificada de una idea compleja o abstracta (Adúriz-Bravo, 1999).

El uso de modelos se ha hecho cada vez más importante en ciencias, ya que se ha comprendido que son de gran utilidad para representar situaciones y así entender los contenidos que generalmente resultan ser de difícil comprensión (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001). En la enseñanza de las ciencias se han desarrollado modelos didácticos, los cuales corresponden a una simplificación de los modelos científicos, en donde se ha reducido su nivel de abstracción, haciéndolos más accesibles para la comprensión de los estudiantes (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 1997). Es así, como el modelo didáctico logra ser un nexo entre lo que se estudia en la teoría con lo que es la realidad concreta, ayudando de esta manera a crear un aprendizaje significativo (Rivera, 2004).

Actualmente existen un gran número de modelos didácticos, por lo cual resulta complejo poder caracterizarlos; sin embargo, según diferentes autores dichos modelos se pueden clasificar en cuatro grupos (Fernández, Elertogui, Rodríguez, 1997).

Modelo didáctico tradicional o transmisivo: Este se centra en los docentes y los contenidos, es por esta razón que resulta de poca utilidad en aula, ya que actualmente se busca la comprensión y asimilación de los contenidos por parte de los alumnos (Mayorga y Madrid, 2010).

Modelo didáctico-tecnológico: Este modelo también es conocido como modelo científicista, ya que se asocia al método científico, haciéndolo base de la práctica docente (Fernández *et al.*, 1997). Produce en el alumno un aprendizaje por conclusiones y para ello se recurre a la exposición de actividades muy detalladas y dirigidas por el profesor, lo que responde a un proceso de elaboración del conocimiento, se utilizan los conocimientos

previos de los alumnos para sustituirlos por otros más acordes con el conocimiento científico que se requiere enseñar (García, 2000).

Modelo didáctico espontaneísta-activista: Este modelo tiene como finalidad educar a los alumnos utilizando la realidad que los rodea. Lo verdaderamente importante es que el alumno aprenda de sus experiencias e intereses utilizando el entorno en el que vive (Navarro y Forster, 2012).

Modelo didáctico alternativo o integrador: Este modelo se caracteriza por la metodología de investigación escolar, desarrollado por los alumnos y guiados por el profesor, que como consecuencia favorece la construcción del conocimiento escolar (Jara, 2012).

MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO (MDA)

Entre los modelos didácticos mencionado anteriormente se encuentra el Modelo Didáctico Analógico (MDA), el cual se clasifica dentro del Modelo Didáctico Alternativo, ya que este modelo busca desarrollar en los alumnos la solución de problemas mediante la investigación, utilizando como base los conocimientos previos y las analogías. Las analogías son representaciones utilizadas por cualquier persona con el propósito de comprender una información nueva, de forma tal que se relacionen los elementos de una nueva idea con los elementos de otra que se encuentra almacenada en la memoria (Felipe *et al.*, 2006). Estas formas expresivas permiten representaciones más significativas del contenido y traspasarlas de éste a otros campos (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001), es ventajoso y práctico para el aprendizaje en ciencias y en especial en Biología (Jara, 2012). Un estudio realizado por Burgos y Martínez (2014) sobre el uso de analogías como estrategia para la enseñanza y aprendizaje en la Unidad de hormonas reproducción y desarrollo en estudiantes de 2º año medio del Colegio San Ignacio, establecimiento ubicado en la ciudad de Los Ángeles, Chile, comprobó que los estudiantes lograron aprender significativamente los conceptos utilizando analogías, así demostrando mayor apropiación de contenido.

El MDA es una representación de la realidad, lo cual requiere que el profesor conozca profundamente el tema que se quiere enseñar, extraiga sus conceptos principales y las relaciones funcionales entre estos conceptos y traducirlos a una situación que le sea conocida por el alumnado (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 2001). Según Viau *et al.*, (2008), un MDA tiene una estructura conceptual y una estructura didáctica que lo diferencia de una

simple analogía, debido a que construye una representación que opera interpretando sistemas formales. Para aclarar Fernández *et al.*, (2003) consideran que los elementos necesarios que constituyen la analogía son:

- **Análogo:** Núcleo central de la analogía, que representa el mensaje y los conocimientos previos. El razonamiento analógico se puede considerar al conjunto de reflexiones, así como la generación de conocimiento aplicable a una situación nueva por transferencia de conocimiento a partir de una situación conocida.
- **Trama o relación analógica:** Conjunto de relaciones que se establecen para comparar características semejantes de determinadas partes del análogo y el tópico.
- **Tópico:** Contenidos conceptuales, procedimentales y/o actitudinales desconocidos, que se pretenden enseñar; es decir, el conocimiento o conjunto de conocimientos de la materia en estudio.

Para aplicar el MDA, este requiere cuatro momentos diferenciados (Adúriz-Bravo *et al.*, 2005), los cuales se definen a continuación:

- **Momento anecdótico:** La analogía se presenta en forma de juego o de problema, que los estudiantes deberán resolver. Cada estudiante o grupo, encuentra una forma particular de resolver las consignas. El rol docente no es señalar respuestas correctas sino garantizar la comunicación entre los diversos procedimientos abordados por los estudiantes.
- **Momento de conceptualización sobre la analogía:** Es la búsqueda de consensos sobre cuáles fueron los conceptos fundamentales trabajados en la resolución de la analogía propuesta. Se negocian significaciones, se introduce vocabulario preciso, se elabora conjuntamente un listado de elementos de la información analógica que luego, tendrán su correspondencia con la información científica destino.
- **Momento de correlación conceptual:** Los estudiantes deben procesar la información científica encontrándole significado y comprensión, comparando con los significados ya aprendidos en la analogía propuesta.

- **Momento de metacognición:** Cada estudiante toma conciencia sobre los conceptos conectores que construyo, los conceptos erróneos que descarto y las nuevas relaciones aprendidas. Se discuten los alcances y las limitaciones de la analogía (Adúriz-Bravo *et al.*, 2005).

El MDA como recurso educativo, presenta características bien definidas que según Adúriz-Bravo *et al.*, (2005), son consideradas ventajosas para su trabajo en el aula, en donde se destaca por ser un modelo que sirve para el aprendizaje del alumno cuando los contenidos se tornan más difíciles de comprender, usando representaciones que tienden a favorecer la visualización de dichos contenidos, así ayudando al aprendizaje. Según Vadillo y Klinger (2004), los docentes al utilizar un recurso didáctico como el MDA durante el desarrollo de sus clases, facilitan la comprensión y el entendimiento de los alumnos, donde la analogía propuesta por el profesor se transforma en el instrumento que le permite representar los contenidos a los estudiantes y al mismo tiempo, posibilita a los alumnos reconocerse a sí mismos como constructor de su propio conocimiento (Quintero, 2009). Por tanto, el papel relevante del docente en este proceso de enseñanza, tal como se describe en El Marco para la Buena Enseñanza (MINEDUC, 2013), explicita el manejo de las competencias pedagógicas, que involucran el uso de estrategias didácticas e intención de logros y habilidades, lo cual el profesor busca tener un impacto positivo en la calidad de la educación (Arancibia *et al.*, 2008).

Este modelo analógico ya ha sido experimentado con bastante éxito en la enseñanza de las ciencias y en este sentido las diversas investigaciones de (Arriagada y Olivares 2013; Benavides y Chávez 2014; Aguilera y Salgado, 2013; Burgos y Martínez 2014) han demostrado que el uso de Modelos Didácticos Analógicos, en alumnos de educación media es una herramienta eficaz para la enseñanza, a través la construcción de analogías con ejemplos o situaciones cotidianas, mejorando el aprendizaje de los alumnos, sobre todo el colaborativo, así permitiendo el desarrollo de habilidades sociales y la comprensión de conceptos más abstractos.

Por lo tanto, el MDA resulta ser un modelo adecuado para la enseñanza en Biología, sobre todo en temas complejos de aprender, siendo uno el de la herencia genética.

Dentro de los modelos didácticos el modelo Pajitex es una herramienta que permite auxiliar los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto a nivel instruccional como funcional en la herencia genética, cuya comprensión permite abordar otras disciplinas y fenómenos

relacionados como lo son: la biotecnología, la producción de organismos genéticamente modificados y la clonación (Abreu, Castellano y Vianna, 2011).

El sistema educativo chileno en sus programas de estudio incorpora en el subsector de Biología en 2do año medio, la estructura y función del material genético, abordando la importancia de la herencia genética, permitiendo al alumno entender y valorar el conocimiento sobre el genoma y los fenómenos de transferencia de la información genética (MINEDUC, 2004; Benavides y Chávez, 2014). La importancia de enseñar los contenidos de herencia genética radica que estos son esenciales para comprender como se mantiene y perpetua la vida humana (MINEDUC, 2004; Benavides y Chávez, 2014), siendo reconocidos como la base para la comprensión de la evolución y, por lo tanto, de la propia biología (Bugallo, 1995; Benavides y Chávez, 2014). Así mismo se hace necesario un conocimiento de la naturaleza del material hereditario y de los mecanismos de su transmisión, para poder comprender y valorar las aplicaciones médicas e industriales de la biotecnología e ingeniería genética, en temas como la reproducción humana, diagnóstico y tratamiento de enfermedades genéticas (Iñiguez y Puigcerver, 2013; Benavides y Chávez, 2014).

Pese a la relevancia que tienen estos contenidos y a ser temáticas que fácilmente encuentran aplicación en la vida real, para los alumnos son difíciles de aprender debido a que reúnen gran dificultad conceptual, catalogándolos como abstractos y complejos (Abreu, 2010; Benítez, 2013; Benavides y Chávez, 2014). La enseñanza de estos contenidos requiere del uso de modelos que permitan aproximar el alumno al objeto de estudio (Abreu *et al.*, 2011). A partir de esta situación es que surge en Brasil en el año 2002 el modelo analógico Pajitex, elaborado por la profesora Viviane Abreu de Andrade para abordar estas temáticas (Benavides y Chávez, 2014).

El modelo didáctico Pajitex es un modelo concreto analógico confeccionado a partir de materiales sencillos y de fácil acceso, este modelo presenta variadas ventajas, entre ellas: facilita la visualización y la comprensión de fenómenos asociados al tema herencia genética, además al ser un modelo elaborado por los propios alumnos mejora las interacciones entre el alumno y el conocimiento, es importante destacar que durante la aplicación del modelo el docente debe estar atento al comportamiento de las relaciones establecidas por los alumnos entre la información científica presentada y el modelo análogo (Benavides y Chávez, 2014).

A raíz de los problemas en la comprensión de la genética y en base a este modelo Pajitex, la profesora de la Universidad de Concepción Alejandra Barriga perteneciente al Campus Los Ángeles, Chile, crea Didactic Cariotipo, un modelo didáctico analógico concreto de fácil uso en el estudio de la herencia genética. Este modelo permite abordar de forma más concreta conceptos básicos del material genético como es: estructura, tipos y función de los cromosomas, además del estudio del cariotipo y procesos de división celular. Didactic Cariotipo fue elaborado a partir de materiales de bajo costo, como son las bombillas de refresco, además de la utilización de otros materiales de simple manipulación y de fácil adquisición en el mercado como: tijeras, regla, cinta adhesiva krep y cinta adhesiva de color (Barriga y Briones, 2016). La enseñanza de esta temática científica resulta fundamental, pues ya que permite comprender alteraciones genéticas y como estas se transmiten (Bugallo, 1995; Barriga y Briones, 2016). Sin embargo y pese a la gran importancia de estos contenidos, investigaciones en didáctica de las ciencias muestran que el aprendizaje de la genética aparece entre las disciplinas de mayor dificultad, siendo poco significativa y de difícil comprensión por los estudiantes (Bugallo, 1995; Barriga y Briones, 2016). Además se ha señalado que el origen de las dificultades en el aprendizaje de ellos radica, también, 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 para enseñar y aprender (Barriga y Briones, 2016) Por tal motivo y con el objeto de crear entornos de aprendizaje que potencien el interés en ciencias es que se desarrolló el Modelo Analógico “Didactic Cariotipo” que tiene como propósito auxiliar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos básicos referentes al material genético. Este modelo fue desarrollado para la asignatura de genética de la carrera de Pedagoga en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles. Se observó que el modelo es eficiente en el proceso de enseñanza en el tema de herencia genética, destacando que la manipulación y la construcción del modelo, por los alumnos, permite la verificación de evidencias de cómo interactúa el alumno con la información y como la usa para solucionar los problemas presentados por el profesor (Barriga y Briones, 2016).

III. DISEÑO METODOLÓGICO

Enfoque y Metodología.

El enfoque del presente estudio de caso se enmarcó dentro de la metodología cuantitativa. Este método según Hernández, Fernández y Baptista (2010), se caracteriza por ser un proceso secuencial y de carácter probatorio, que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, permitiendo establecer así patrones de comportamiento y probar teorías. Por medio de la utilización de esta metodología se evaluó la aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” y como influyó en el aprendizaje e interés por la biología en los contenidos de Material Genético en alumnos de segundo año medio en el Liceo Agrícola San Lorencito perteneciente a la comuna de Quilleco.

Diseño

El diseño de la investigación fue de carácter pre-experimental, debido a que no se utiliza grupo control, el colegio y curso no se asignaron al azar sino que dicho grupo ya estaba conformado previo al experimento y a la vez no se manipula la variable independiente (aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo”) para observar su efecto y relación con las variables dependientes (aprendizaje significativo e interés por la asignatura), este tipo de diseño es de modalidad de pre-prueba y post-prueba. (Hernández *et al.*, 2010).

Para la implementación del diseño se trabajó con un grupo de estudiantes, correspondiente a un curso de 2do año de enseñanza media en la asignatura de biología, (unidad de herencia genética). En el grupo mencionado antes de la aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo”, se emplea un pre-test (anexo 1) para determinar los conocimientos previos de los alumnos, posteriormente se divide el curso en 5 grupos los cuales están conformados por dos personas para que puedan trabajar la guía de estudio (anexo 9), una vez finalizada la intervención se usó el mismo pre-test como un post-test, que tuvo como finalidad determinar si la propuesta didáctica resultó ser una herramienta efectiva para abordar los contenidos de material genético. Al cabo de dos meses se vuelve aplicar el test para confirmar si hubo aprendizaje (Iñiguez y Puigcerver, 2013). Para determinar si existió cambios en el interés de los alumnos hacia estos contenidos y a la

asignatura en general se aplicó una encuesta de tipo Likert (anexo 2) antes y después de la intervención

Propósito

El propósito del estudio es conocer el efecto de la aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo”, en el tema de herencia genética en la unidad “Material Genético y División celular”, para el logro de aprendizaje significativo y mejora del interés en Biología en alumnos que cursen 2º año medio.

Dimensión Temporal

Esta investigación fue de tipo longitudinal, de acuerdo a Hernández *et al.*, (2010), en este tipo de investigación los datos se recolectan durante la investigación, para hacer inferencias respecto al cambio del fenómeno estudiado. Esta investigación se realizó durante el 1º y 2º semestre del año 2017.

Unidad de Análisis

La unidad de análisis correspondió al efecto del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” para la enseñanza y aprendizaje de la Biología en 2º año medio del establecimiento educacional Liceo Agrícola San Lorencito de la comuna Quilleco, perteneciente a la provincia del Biobío. Se midió el aprendizaje e interés por las clases en la unidad de herencia genética.

Este curso presenta un total de 13 alumnos de los cuales se retiraron 3, por lo que se trabajó con 10 alumnos, de los cuales se dividieron en 5 grupos conformados de dos personas.

Variables

Las variables corresponden a una propiedad que puede fluctuar, cuya variación es susceptible de medirse u obtenerse y son categorizadas en variables independiente y variables dependientes, siendo las primeras consideradas como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente, es la condición consecuente (Hernández *et al.*, 2014).

Para esta investigación, las variables analizadas fueron:

- ❖ Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” (variable independiente): estrategia de enseñanza que permite la comprensión de conceptos complejos y abstractos a través de la utilización de la analogía, para el logro de un aprendizaje significativo para el estudio de los cromosomas.
- ❖ Aprendizaje significativo (variable dependiente): teoría psicológica que se construye desde un enfoque organicista del individuo y que se centra en el aprendizaje generado en un contexto escolar. Presenta un enfoque constructivista ya que es el propio individuo el que genera y construye su aprendizaje (Rodríguez, 2004).
- ❖ Interés por la asignatura de Biología y por los contenidos (variable dependiente): se define comúnmente como algo que energiza y dirige la conducta (Díaz y Hernández 1999) y según Venezuela (2008) como el deseo que presentan los alumnos por conocer y aprender. una inclinación del ánimo o afinidad hacia un sujeto, persona, etc.

Población

Según Bernal (2006) la población se define por el conjunto de elementos e individuos que presentan características similares y sobre los cuales se desea articular cierta relación, en el caso de la presente investigación la población correspondió al establecimiento educacional Liceo Agrícola San Lorencito de la comuna de Quilleco, perteneciente a la provincia del Biobío, el cual presenta 175 alumnos matriculados.

Muestra

Una muestra según Hernández *et al.*, (2014) corresponde a un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que deben ser representativos de estos. En este caso la selección de la muestra fue intencionada debido a que se escogió por sus características particulares, es importante mencionar que en este estudio de caso no se contó con un grupo de control para comparar los resultados, debido a que el establecimiento no cuenta con cursos paralelos y por ello se definió como estudio de caso. La muestra de esta investigación correspondió a los alumnos del curso de 2º año medio del Liceo Agrícola San Lorencito de la comuna de Quilleco perteneciente a la provincia del Biobío, con una totalidad de 10 alumnos.

Instrumentos de Recolección de Información.

La recolección de información se plantea como un elemento primordial para cumplir con los objetivos de la investigación, esta consiste en recolectar información pertinente sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo/análisis o caso, mediante la elaboración de un plan detallado de instrumentos o técnicas tanto cuantitativas como cualitativas (Hernández *et al.*, 2014).

En este estudio se aplicaron tres instrumentos o técnicas para la recolección de datos facilitados por la Docente Alejandra Barriga y Andrea Chávez; estos fueron validados con apoyo de un comité de 5 docentes de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles.

- ❖ **Instrumento 1 test:** prueba la cual consiste en preguntas de conocimiento (Anexo 1), se aplicó antes y después de realizar la intervención y en una tercera oportunidad al cabo de dos meses, con la finalidad de medir los aprendizajes que poseen los estudiantes sobre herencia genética en distintos momentos. Esto permite evaluar el grado de retención de las nuevas ideas (Iñiguez y Puigcerver, 2013). El test fue elaborado por la investigadora Alejandra Barriga y Andrea Chávez.
- ❖ **Instrumento 2 encuesta de interés:** con el fin de determinar el interés de los alumnos hacia la asignatura de biología se utilizó una encuesta tipo Likert (Anexo 2) (Betancur y Sepúlveda, 2014), la que fue aplicada antes y después de realizar la intervención.

Validación de los Instrumentos

Los instrumentos correspondientes a la recolección de información correspondientes al test de conocimientos fueron elaborados por la investigadora Alejandra Barriga, mientras que la encuesta de interés fue modificada por el investigador y docente guía a partir de la encuesta de Betancur y Sepúlveda. Cabe mencionar que el instrumento correspondiente test fue empleado tal como la investigadora Barriga la construyo (Barriga, A. Comunicación personal, 6 de abril de 2017).

Todas las validaciones se realizaron recomendadas por expertos, pertenecientes a la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles.

Plan de Análisis

Luego de obtener los datos mediante cada uno de los instrumentos diseñados para dar respuesta a los objetivos planteados, se procedió a realizar el análisis de la información mediante análisis estadísticos.

Las calificaciones obtenidas a través del pre-test, post-test y nuevamente el test, así como los datos recopilados de las encuestas fueron analizados por medio de la estadística descriptiva, utilizando para ello el programa Microsoft Excel y su complemento estadístico XLSTAT.

Para la mejor comprensión de los resultados estos fueron agrupados en tablas de frecuencia, para lo cual se utilizó el gráfico de barra, por su utilidad y facilidad de interpretación. Posteriormente fueron sometidos a un análisis descriptivo, utilizando Medidas de Tendencia Central (Media Aritmética y Moda), para así obtener la representación objetiva de las respuestas a los objetivos planteados.

Para los datos obtenidos en el test inicial, test final y test aplicado después de dos meses se midieron los parámetros de normalidad a través de Shapiro-Wilk lo cual reflejó que no presentan una distribución normal, por lo tanto, se utilizó estadística no paramétrica en base a la prueba de Wilcoxon para determinar la distribución de las muestras.

De igual manera se analizaron los datos arrojados por la encuesta de interés, los cuales fueron sometidos a una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y posteriormente una prueba T para dos muestras relacionadas, lo cual reflejó que presentan una distribución normal

Los datos analizados fueron los puntajes máximos y mínimos obtenidos en el pre y post test y un tercer test al cabo de dos meses, también se analizó el promedio que obtuvieron y la moda. En cuanto a la encuesta de interés que se aplicó antes y después de la intervención se compararon los puntajes máximos y mínimos obtenidos antes y después de la intervención, y al igual que los datos recabados en la encuesta inicial y final, el análisis de estos resultados se realizó con la ayuda del programa Microsoft Excel, a través de gráficos de barra y porcentajes, para facilitar la comprensión e interpretación de los datos.

IV. RESULTADOS

El presente capítulo detalla los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos propuestos antes, durante y después de la aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo”.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Para la realización de este estudio se contó con una muestra de 10 alumnos de segundo año medio del área Técnico Agrícola del Liceo Agrícola San Lorencito de la comuna de Quilleco, la muestra es pequeña debido que el Liceo Técnico presenta una matrícula de 175 alumnos, del cual el curso segundo año medio presenta 13 educandos y de estos 3 fueron retirados por motivo de trabajo. La mayoría de los estudiantes del Liceo son categorizados como vulnerables de bajos recursos, y a la vez un bajo porcentaje de apoderados presentan educación media o básica completa.

La identidad de los estudiantes fue resguardada, por lo que la tabla 1 presenta solo datos generales de los estudiantes correlacionados por su ubicación en la lista de clases, todos ellos corresponden al sector rural. (Tabla 1)

Tabla 1: Datos de los estudiantes de 2do año medio.

Número de lista	Año Nacimiento	Edad
1	27/07/1999	18
2	08/08/2000	17
3	02/10/2000	17
4	26/09/1999	17
5	17/12/1998	18
6	03/01/2002	15
7	27/11/2001	16
8	18/09/2000	17
9	03/11/2001	16
10	20/04/2001	16

A continuación, se presentarán los resultados en función de los objetivos propuestos:

Primer objetivo:

- Analizar el efecto la aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” en la enseñanza y aprendizaje de herencia genética, a través de un test aplicado en diferentes momentos.

Antes de comenzar con la aplicación del Modelo se realizó un pre-test de 10 preguntas **relativas a material genético especialmente sobre los cromosomas**, evaluado con un porcentaje de exigencia al 60%, con la finalidad de determinar el grado de conocimiento que tienen los alumnos antes de la aplicación del modelo. Posteriormente se realizó una encuesta para conocer el grado de interés que tienen los estudiantes por la asignatura de biología y por la unidad de material genético. Los resultados obtenidos por el pre-test son presentados en el gráfico 1 el cual muestra las notas obtenidas al 60% de exigencia y la tabla 2 presenta la nota mínima, máxima promedio genera, moda y desviación típica.

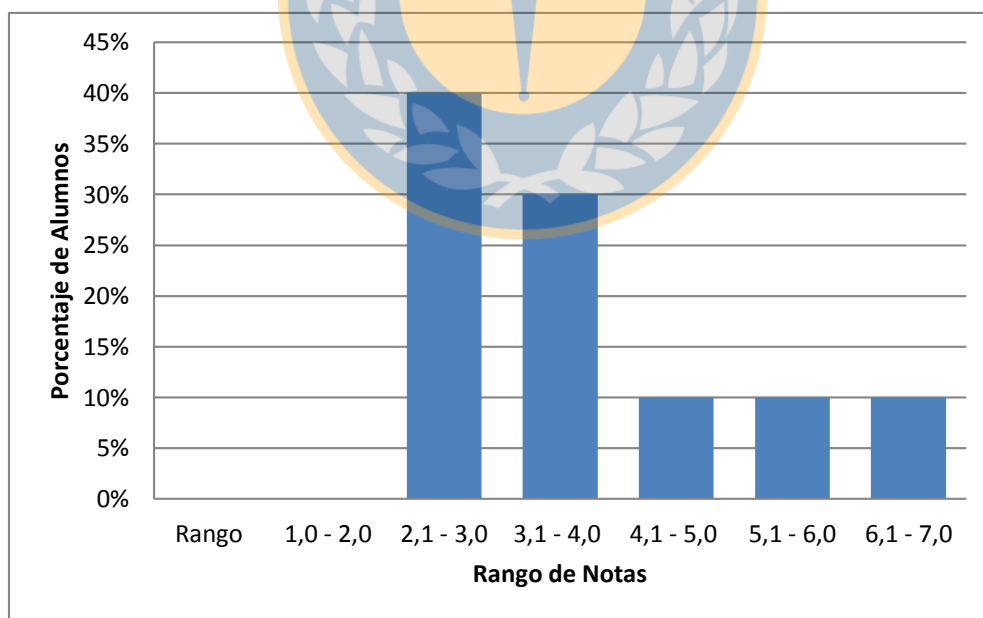


Gráfico 1: Calificaciones obtenidas del pre-test antes de la aplicación del modelo.

Tabla 2: Estadística descriptiva correspondiente al pre-test. Nota mínima, máxima, promedio, moda y desviación típica.

Est. Descriptiva	Nota Mínima	Nota Máxima	Promedio Gral	Moda	Desv. Típica
Pre test	2,7	6,3	3,6	3,3	1,123

La aplicación del modelo concreto Analógico “Didactic Cariotipo” fue realizada satisfactoriamente en 5 clases las cuales fueron durante el mes de agosto, se presentan evidencias fotográficas de la aplicación en el anexo 10. Esta actividad fue acompañada con la guía de estudio (anexo 9) la cual fue elaborada por la profesora Alejandra Barriga docente de la Universidad de Concepción Campus Los Ángeles.

Basado en la recolección de las notas del pre-test previo a la intervención (gráfico 1) se pueden desprender los siguientes resultados. El grupo presenta como nota mínima de 2,7 y como nota máxima 6,3. También se puede apreciar que el promedio general que obtuvieron fue de 3,6 con moda de 3,3 y una desviación típica de 1,123 como se muestra en la tabla 2.

Luego de haber terminado con la intervención se realiza un post-test y los resultados obtenidos son presentados en el gráfico 2 el cual muestra las notas obtenidas al 60% de exigencia y la tabla 3 presenta la nota mínima, máxima promedio general, moda y desviación típica.

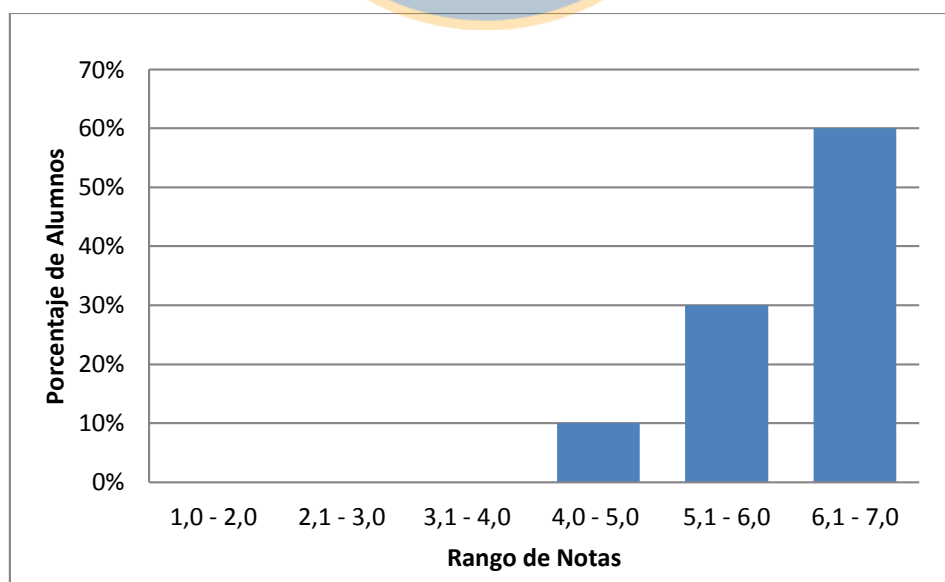


Gráfico 2: Calificaciones obtenidas del post-test después de la aplicación del modelo.

Tabla 3: Estadística descriptiva correspondientes al post-test. Nota mínima, máxima, promedio, moda y desviación típica.

Est. Descriptiva	Nota Minina	Nota Máxima	Promedio Gral	Moda	Desv. Típica
Post test	4,8	7	6,05	6,3	0,709

El grupo inicialmente obtuvo en el pre-test un promedio de 3,6 y una moda de 3,3. En el post-test en cambio, obtuvo un promedio de 6,5 con una moda 6,3. Al comparar los promedios del pre-test y post-test se observa que el grupo aumento su rendimiento en 2,9 puntos. También se puede observar en la tabla 3 que el grupo obtuvo una desviación Estándar de 0,709 con nota mínima de 4,8 y con máxima de 7.

Después de dos meses de haber realizado la intervención se aplicó nuevamente un test para medir los aprendizajes de los alumnos, los resultados obtenidos por el test son presentados en el grafico 3 el cual muestra las notas obtenidas al 60% de exigencia y la tabla 4 presenta la nota mínima, máxima promedio general, moda y desviación típica.

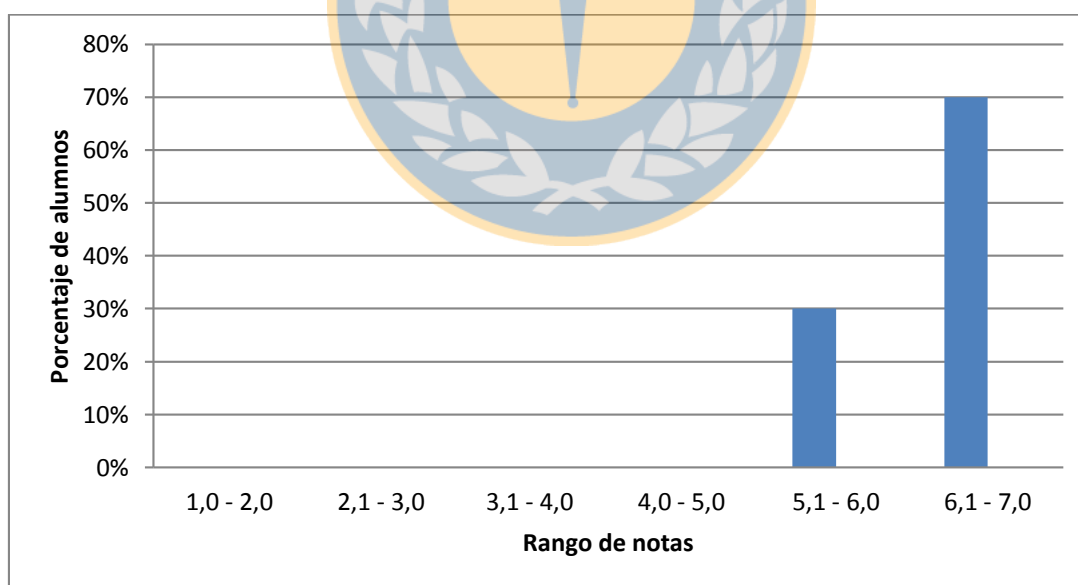


Gráfico 3: Calificaciones obtenidas del test aplicado después de dos meses de la intervención.

Tabla 4: Estadística descriptiva correspondientes al test aplicado después de dos meses de la intervención. Nota mínima, máxima, promedio, moda y desviación típica.

Est. Descriptiva	Nota Minina	Nota Máxima	Promedio Gral	Moda	Desv. Típica
Después 2 meses	5,5	7	6,1	6,3	0,485

Después de terminar la intervención y al cabo de dos meses que se volvió a aplicar el test y con apoyo de estadística descriptiva se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla N°4, donde se observa un promedio de 6,1 una moda de 6,3 y desviación estándar de 0,485.

Segundo objetivo:

- Evaluar el efecto del Modelo “Didactic Cariotipo” en el interés de los alumnos por la clase de Biología a través de una encuesta de interés aplicada al inicio y final de la intervención.

Para el análisis del interés por la Biología y la unidad de material genético, se aplicó en el grupo una encuesta tipo Likert con un total de 57 puntos, en la que los alumnos respondieron de acuerdo con la siguiente escala valorativa (tabla 5).

Tabla 5: Escala valorativa tipo Likert utilizada en la encuesta de interés.

Escala Valorativa Likert	
1 Totalmente en desacuerdo	Respuesta negativa
2 Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Respuesta neutra
3 Totalmente de acuerdo	Respuesta positiva

Para clasificar los puntajes obtenidos por los alumnos se utilizó la siguiente escala (tabla 6):

Tabla 6: Escala de puntaje encuesta interés tipo Likert

19-32 puntos	Interés bajo
33-45 puntos	Interés medio
46-57 puntos	Interés alto

La encuesta de interés presentó 19 preguntas, de las cuales las 10 primeras están relacionadas por la biología y las otras 9 preguntas están relacionadas por la unidad de herencia genética. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta de interés inicial y final (tabla 7) la cual muestra el promedio, mediana, moda, puntaje máximo y mínimo, desviación típica.

Tabla 7: Índices estadísticos descriptivos para el grupo sobre la encuesta interés inicial (E. I) e interés final (E.F).

Est. Descriptiva	Promedio	Mediana	Moda	Puntaje Mínimo	Puntaje Máximo	Desv. Típica
E. I	38,7	45	31, 33	28	54	9,178
E. F	41,3	41,5	53	29	53	9,592

A partir de la encuesta inicial y final se obtuvieron los puntajes alcanzados por los alumnos. Además, se calcularon índices estadísticos descriptivos como: promedio, moda, puntaje máximo y mínimo obtenido, desviación típica (tabla 7).

A partir de la información entregada por la tabla 7 se puede afirmar que:

- En la encuesta de pre-interés el grupo alcanzó un puntaje promedio igual a 38,7 puntos, una moda de distribución bimodal igual a 31 y 33 puntos, el puntaje mínimo corresponde a 28 puntos, mientras que el puntaje máximo alcanza los 54 puntos.

- En la encuesta de post-interés el grupo alcanzó un puntaje promedio igual a 41,3 puntos, una moda de 53 puntos, el puntaje mínimo corresponde a 29 puntos mientras que el puntaje máximo alcanza los 53 puntos.
- El promedio en la encuesta pre-interés fue de 38,7 puntos, la cual dentro de la clasificación es un interés medio y en el post-interés fue de un promedio de 41,3 puntos lo cual también se clasifica como un interés medio. A pesar de presentar un incremento de 2,6 puntos, el interés hacia la biología es medio.
- Como se puede observar, en ambos test el interés fue medio por lo que no se pudo observar un cambio significativo.

La tabla 8 presenta los resultados de la comparación de las primeras 10 preguntas de la pre-encuesta con la post-encuesta las cuales están relacionadas con el interés sobre la biología y las preguntas de la 11 hasta la 19 las cuales están relacionadas a la unidad de genética.

Tabla 8: Resultados comparativos entre la encuesta inicial (E. I) y encuesta final (E.F) sobre la biología y la unidad de genética.

Preguntas		Promedio	Desviación Típica
Interés a la Biología preguntas del 1 al 10.	E. I	20,8	4,733
	E. F	21,9	4,483
Interés por la unidad de Genética. Preguntas de la 11 hasta la 19.	E. I	17,9	5,174
	E. F	19,3	5,355

A partir de la tabla anterior se observa que el interés de biología presenta un leve aumento al igual que el interés por la unidad de genética.

Análisis de las hipótesis de investigación

Luego de reunidos los promedios obtenidos por la aplicación del test (antes, después y al cabo de dos meses de la intervención) , además de los resultados sobre la encuesta aplicada antes y después de la intervención, todo en base a la aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” se procedió a verificar las hipótesis planteadas al comienzo de la investigación.

Para realizar estas comparaciones de antes y después en el grupo se utilizó métodos aplicados, antes de comenzar a estudiar las hipótesis se realizaron pruebas de normalidad para el grupo y conocer su distribución de datos para determinar el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas.

Hipótesis 1

La aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” en la asignatura de Biología en alumnos que cursen 2º año medio, logra el aprendizaje significativo de conceptos de herencia genética.

Definiremos como:

μ_1 = Aprendizaje promedio de los alumnos antes del MDA

μ_2 = Aprendizaje promedio de los alumnos después del MDA

Aplicando una prueba de normalidad se obtiene que los datos no presentan una distribución normal; por lo que se debió utilizar una prueba no paramétrica (Wilcoxon). Sabiendo que las hipótesis son las siguientes.

Hipótesis nula: No se evidencia un aumento en el aprendizaje de los estudiantes hacia los conceptos de herencia genética luego de la aplicación del MDA.

H0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alternativa: Existe un aumento en el aprendizaje de los estudiantes hacia los conceptos de herencia genética luego de la aplicación del MDA.

H1: $\mu_1 - \mu_2 < 0$

Comparación entre pre-test y post-test

Se comparó y analizó la diferencia de medidas entre el pre-test y el post-test de los alumnos (tabla 9) aplicando la prueba de Wilcoxon tabla 10.

Tabla 9: Comparación pre-test con post-test.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Pre-test	2,7	6,3	3,68	1,123
Post-test	4,8	7,0	6,05	0,709

Tabla 10: Prueba no paramétrica de Wilcoxon.

V	0
V (estandarizado)	-2,807
Valore esperado	27,500
Varianza (V)	96,000
valor-p (bilateral)	0,005
Alfa	0,05

Como el valor de $p=0,005$ es menor que el nivel de significancia $\alpha=0,05$ se observa una diferencia estadísticamente significativa, lo cual se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, que existe un aumento en el aprendizaje de los estudiantes hacia los conceptos de herencia genética luego de la aplicación del MDA.

Comparación entre pre-test y el test aplicado después de dos meses

Se comparó y analizó la diferencia de medidas entre el pre-test y el test aplicado después de dos meses (tabla 11) aplicando la prueba de Wilcoxon (tabla 12).

Tabla 11: Comparación pre-test con el test aplicado después de dos meses después.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Pre-test	2,7	6,3	3,68	1,123
Test 2 mss	5,5	7,0	6,13	0,485

Tabla 12: Prueba no paramétrica de Wilcoxon.

V	0
V (estandarizado)	-2,807
Valore esperado	27,500
Varianza (V)	96,000
valor-p (bilateral)	0,005
Alfa	0,05

Como el valor de $p=0,005$ es menor que el nivel de significancia $\alpha=0,05$ se observa una diferencia estadísticamente significativa, lo cual se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alternativa, que existe un aumento en el aprendizaje de los estudiantes hacia los conceptos de herencia genética luego de la aplicación del MDA.

Comparación entre post-test y el test aplicado después de dos meses

Se comparó y analizó la diferencia de medidas entre el post-test y el test aplicado después de dos meses (tabla 13) aplicando la prueba de Wilcoxon (tabla 14).

Tabla 13: Comparación post-test con el test aplicado después de dos meses.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Post-test	4,8	7,0	6,05	0,709
Test 2 mss	5,5	7,0	6,13	0,485

Tabla 14: Prueba no paramétrica de Wilcoxon

V	1,500
V (estandarizado)	-0,816
Valore esperado	3,000
Varianza (V)	3,375
valor-p (bilateral)	0,414
Alfa	0,05

Como el valor de $p=0,414$ es mayor que el nivel de significancia $\alpha=0,05$ no se observa una diferencia estadísticamente significativa, lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alternativa, que no existe un aumento en el aprendizaje de los estudiantes hacia los conceptos de herencia genética luego de la aplicación del MDA.

Con los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula aceptando así la hipótesis planteada que el MDA logra un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Hipótesis 2

La aplicación del Modelo Concreto Analógico “Didactic Cariotipo” en la asignatura de Biología en alumnos que cursen 2º año medio, logra mejorar el interés de los alumnos por la clase de Biología.

Definiremos como:

μ_1 = Interés promedio de los alumnos antes del MDA

μ_2 = Interés promedio de los alumnos después del MDA

Aplicando una prueba de normalidad se obtiene que los datos presentan una distribución normal; por lo que se analizó la diferencia de medidas entre el antes y el después, aplicando la prueba T de Student para varianzas iguales. Sabiendo que las hipótesis son las siguientes.

Hipótesis nula: No se evidencia un aumento en el interés de los estudiantes hacia la clase de biología.

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alternativa: Existe un aumento en el interés de los estudiantes hacia la clase de biología.

$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$

Comparación entre pre encuesta y post encuesta de interés.

Se comparó y analizó la diferencia de medidas entre la pre y post encuesta (tabla 15) aplicando la prueba de t de Student para varianzas iguales o muestras emparejadas (tabla 16).

Tabla 15: Comparación resultado entre encuesta pre-interés con post-interés.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Pre-interés	28	54	38,7	9,178
Post-interés	29	53	41,3	9,592

Tabla 16: Prueba de t de Student para varianzas iguales o muestras emparejadas.

Diferencia	-2,600
t (Valor observado)	-0,888
t (Valor crítico)	2,262
GL	9
valor-p (bilateral)	0,398
Alfa	0,05

Como el valor de $p=0,398$ es mayor que el nivel de significancia $\alpha=0,05$ no se observa una diferencia estadísticamente significativa, lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alternativa, que no existe un aumento en el interés de los estudiantes hacia la clase de biología.

Comparación entre pre encuesta y post encuesta de interés en relación con la biología

Se comparó y analizó la diferencia de medidas entre la pre y post encuesta (tabla 17) aplicando la prueba de t de Student para varianzas iguales o muestras emparejadas (tabla 18).

Tabla 17: Comparación resultado entre encuesta pre-interés con post-interés en relación con la biología.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Pre-interés	14	28	20,8	4,733
Post-interés	16	27	21,9	4,483

Tabla 18: Prueba de t de Student para dos muestras relacionadas

Diferencia	-1,100
t (Valor observado)	-0,625
t (Valor crítico)	2,262
GL	9
valor-p (bilateral)	0,548
Alfa	0,05

Como el valor de $p=0,548$ es mayor que el nivel de significancia $\alpha=0,05$ no se observa una diferencia estadísticamente significativa, lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alternativa, que no existe un aumento en el interés de los estudiantes hacia la clase de biología, en relación con temas de biología.

Comparación entre pre encuesta y post encuesta en relación con el interés por la unidad de genética

Se comparó y analizó la diferencia de medidas entre la pre y post encuesta (tabla 19) aplicando la prueba de t de Student para varianzas iguales o muestras emparejadas (tabla 20).

Tabla 19: Comparación resultado entre encuesta pre-interés con post-interés en relación con la unidad de genética.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Pre-interés	12	26	17,9	5,174
Post-interés	13	27	19,3	5,355

Tabla 20: Prueba de t de Student para dos muestras relacionadas

Diferencia	-1,400
t (Valor observado)	-0,891
t (Valor crítico)	2,262
GL	9
valor-p (bilateral)	0,396
Alfa	0,05

Como el valor de $p=0,396$ es mayor que el nivel de significancia $\alpha=0,05$ no se observa una diferencia estadísticamente significativa, lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alternativa, que no existe un aumento en el interés de los estudiantes hacia la clase de biología, en relación con temas de herencia genética.



CAPITULO V. DISCUSIÓN

La utilización de analogías para la enseñanza de las ciencias está tomando un papel protagónico como una metodología innovadora que puede ser aplicada en el aula de clases, La aplicación de este modelo en biología es eficiente en el proceso de enseñanza del tema herencia genética destacando que la manipulación y la construcción del modelo por los alumnos permite la verificación de evidencias de cómo interactúa el alumno con la información y como la usa para solucionar problemas presentados por el profesor (Barriga y Briones, 2016).

Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación del modelo concreto analógico Didactic Cariotipo en segundo año de enseñanza media para la unidad de herencia genética mejora el aprendizaje en los estudiantes (anexo 3,4,5), aunque en cuanto al interés no se observó una diferencia significativa debido que presentaban interés medio antes y después del de la intervención (anexo 6,7,8).

En esta investigación para medir el aprendizaje se utilizó un test (anexo 1) el cual fue aplicado antes y después de la intervención y posteriormente después de transcurridos dos meses, los que permitieron cuantificar la diferencia en los resultados obtenidos. En donde se observó que el grupo aumento 2,37 puntos al final de la intervención (promedio T.I: 3,68 – promedio T.F: 6,05) observando una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los test inicial y final (anexo 3). No obstante, al comparar el resultado inicial con el test final aplicado después de dos meses (anexo 4) se puede observar un aumento de 2,45 puntos (promedio T.I: 3,68 - promedio T.F:6,1) también se observa una diferencia significativa ($p < 0,05$). Y al comparar el test final con el aplicado después de dos meses (tabla 13 y 14) (promedio T.I: 6,05 - promedio T.F: 6,1) no se observa una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) (anexo 5).

Como se puede apreciar con en el análisis anterior, el grupo mostro un aumento significativo en su rendimiento académico después de aplicado el Modelo Concreto Analógico, lo que se ve claramente respaldado en el complemento que propone este tipo de trabajo, puesto que los alumnos tienen un rol en el desarrollo de la clase. Las calificaciones resultaron sorprendidas para el establecimiento ya que en esta unidad se obtiene bajas calificaciones. Esto refleja que aplicar el modelo fue satisfactorio para los estudiantes para el proceso de enseñanza aprendizaje.

A partir de lo anterior se concluye que los alumnos lograron comprender los conceptos estudiados y de esta manera pudieron interpretar o traspasar este conocimiento a situaciones distintas, así como lo señala Zamorano y colaboradores (2006) que al construir la analogía a través de un MDA los alumnos son capaces de desarrollar una imagen mental que les permite un aprendizaje significativo del contenido. Estos resultados demuestran que el uso de esta metodología fomenta el logro de habilidades de pensamiento científico ya que en Chile existe una preocupación constante por encontrar metodologías que generen estas habilidades en los alumnos (Cofré *et al.*, 2010).

En relación con el interés por la clase de biología, esta variable fue medida a través de una encuesta de tipo Likert aplicada antes y después de la intervención (anexo 2). La encuesta consta de 19 preguntas de las cuales las primeras 10 hacen referencia al interés de la biología y las siguientes 9 preguntas interés hacia la unidad de genética. El resultado de esta encuesta muestra que no hubo un aumento de interés por las clases de biología al final de la intervención (tabla 15 y 16), (anexo6) por lo que no se observa una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$). Esto se debe a que el resultado de la encuesta inicial y final los alumnos obtuvieron interés medio (Promedio E.I: 38,7 - promedio E.F:41,3). Como no existe una diferencia significativa para rechazar la hipótesis nula, se acepta que la aplicación del Modelo Concreto Analógico "Didactic Cariotipo" en la asignatura de Biología en alumnos que cursen 2º año medio, no logra mejorar el interés de los alumnos por la clase de Biología.

Este punto resulta relevante puesto que la educación chilena en el área de las ciencias ha generado en este último tiempo un evidente desinterés por aprenderlas, debido a la poca significancia que le atribuyen las metodologías tradicionalistas al conocimiento científico (Pozo y Gómez, 2006) agregado por la sobrecarga de contenidos que se le entrega de forma expositiva. Por el contrario, en el desarrollo de esta metodología se logra percibir que los estudiantes logran captar interés sin dificultad, a esto se le puede atribuir debido a que el grupo de curso no es numeroso ya que presentan 10 alumnos, si fuera un curso con más estudiantes podría ser diferente el resultado. Los alumnos se sienten a gusto en abordar temáticas científicas que se relacionan con ejemplos cotidianos o de su entorno, ya que al visualizar y analizar estas situaciones les resulta más comprensible los conceptos. Esto coincide con los resultados mostrados por Zamorano y colaboradores (2006) donde estudiaron los conceptos de energía interna y temperatura a través de una analogía en donde cada alumno representaba una partícula de un gas obteniendo resultados

satisfactorios en la conceptualización de estos contenidos. Además, es importante señalar que al canalizar el interés por aprender ciencias fomenta la alfabetización científica la cual promueve el desarrollo de mayor movilidad social (Cofré *et al.*, 2010). Se aconseja que el profesor que realice las clases con el modelo maneje o desarrolle estrategias pedagógicas que fomenten la participación y el rol activo de los alumnos durante las clases.



CAPITULO VI. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de esta investigación se puede concluir que:

- La aplicación del Modelo Concreto Análogo “Didactic Cariotipo” es un método apto para mejorar el aprendizaje en los estudiantes al ser aplicado.
- El modelo logra generar la instancia para que los alumnos tengan un rol activo en el proceso de enseñanza – aprendizaje y desarrollen las analogías es fundamental para la comprensión de conceptos científicos. Lo que arrojó como resultado un incremento en las notas de los test.
- El trabajo con el grupo de curso no logra el interés en los estudiantes. Desde el comienzo de la intervención los alumnos presentan un interés medio y al finalizar los resultados demuestran también un interés medio, por lo cual no fue significativo para la investigación, en relación con la hipótesis se rechaza el hecho de que el MDA mejore el interés por la clase de biología, por el motivo de no presentar un cambio significativo.
- En relación con el aprendizaje si se logra mejorar ya que después de 2 meses los estudiantes obtienen calificaciones altas, lo cual refleja que aplicar el modelo análogo concreto fue satisfactorio para los alumnos para el proceso de enseñanza aprendizaje. Esto acepta el hecho de que el modelo didáctico mejora el aprendizaje, así se rechaza la hipótesis nula.
- En relación con la satisfacción por el modelo didáctico, si se logra por parte de los alumnos ya que la ven como una herramienta eficaz para la enseñanza aprendizaje en la unidad de herencia genética.

Capítulo VII. Alcances y Sugerencias

A continuación, se presenta una serie de sugerencias tanto para la aplicación del modelo didáctico como para futuras investigaciones.

- Tal como se desarrolló en este estudio se recomienda que previo comenzar con la aplicación del modelo fue favorable realizar una clase de introducción tanto para familiarizar a los alumnos con los aspectos técnicos del modelo didáctico analógico, como para captar el interés de los estudiantes por una metodología innovadora.
- Para este modelo concreto analógico Didactic cariotipo se aconseja que en las dos últimas actividades se ocupe dos clases por actividad.
- Se aconseja que el profesor que realice las clases con el modelo maneje o desarrolle estrategias pedagógicas que fomenten la participación y el rol activo de los alumnos durante las clases.
- Tal como se desarrolló en este estudio se recomienda que el profesor que realice la intervención con el modelo Didactic Cariotipo tenga la posibilidad de observar clases previas a la intervención para conocer las cualidades de los alumnos.
- Se recomienda evaluar el proceso de participación de los estudiantes a través de una rúbrica analítica de desempeño para estimular la participación en las actividades del modelo.
- Se aconseja que para cada etapa de evaluación que mide aprendizaje se elaboren preguntas diferentes, pero que apunten a los mismos contenidos.

BIBLIOGRAFIA

- Abreu, V. , Castellano, K. y Vianna, J. (2011). "Pajitex" una propuesta de modelo didáctico para la enseñanza de ácidos nucleicos. Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 8 (1) , 115-124.
- Adúriz-Bravo, A. y Galagovsky, L. (1997). Modelos científicos y modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias naturales. Actas de la X Reunión de Educación en Física. Mar del Plata. Argentina.
- Adúriz-Bravo, A. (1999). "Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias". Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Barcelona
- Adúriz-Bravo, A. y Galagovsky, L. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. Enseñanza de las ciencias, 19 (2); 231-242, Barcelona.
- Adúriz-Bravo, A., Garófalo, J. Greco, M. y Galagovsky, L (2005). Modelo didáctico analógico. Marco teórico y ejemplos. Enseñanza de las ciencias. Numero extra. Séptimo congreso Enseñanza de las Ciencias, pag1-6.
- Aguilera, I., Salgado, C. (2013). El modelo didáctico miniproyecto, como herramienta para lograr aprendizajes significativos en los alumnos de cuarto año medio de un colegio particular subvencionado de la ciudad de Los Ángeles. Seminario de título para optar al título profesional de profesor de ciencias naturales y biología. Universidad de Concepción. Campus Los Ángeles.
- Albertini, R., Cardenas-Jiron, G., Babel, J., Díaz Veliz, G., Eyzaguirre J., Labra, A. y Lewin, R. (2005). Enseñanza de las ciencias a nivel escolar y formación en ciencia en el pregrado universitario. Academia de Ciencias.<http://www.academia-ciencias.cl/?module=investig>.
- Arancibia, M., Miranda, C., Pérez, H. y Koch, T. (2008). Necesidades de Formación Permanente de Docentes Técnicos. Estudios Pedagógicos. 34 (1); 7-26

- Arriagada, A., Olivares, C. (2013). Percepción de los profesores de ciencias naturales y biología frente al uso del Modelo Didáctico Analógico como estrategia de enseñanza y aprendizaje. Seminario de título para optar al título profesional de profesor de ciencias naturales y biología. Universidad de Concepción. Campus Los Ángeles.
- Barriga, A. Comunicación personal, 6 de abril de 2017.
- Barriga, A. , Briones, M. (2016). Didactic-Cariotipo, Derecho intelectual, Universidad de Concepción.
- Bernal, C. (2006). Metodología de la Investigación para Administración, economía, Humanidades y Ciencias Sociales. México, D.F.: Editorial Pearson Educación.
- Benavides, C., Chávez, A. (2014). Efectividad del modelo didáctico Pajitex para la enseñanza de ácidos nucleicos a alumnos de cuarto año medio. Seminario de título para optar al título profesional de profesor de ciencias naturales y biología. Universidad de Concepción. Campus Los Ángeles.
- Benitez, R. (2013). La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria. Tesis no publicada para optar al título de magíster en enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Bugallo, A. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliografía. Enseñanza de las ciencias, 13, 379-385.
- Burgos, R., Martínez, D. (2014). Eficacia de un modelo didáctico analógico como estrategia de enseñanza y aprendizaje en el subsector de Biología para alumnos de 2do año medio. Seminario de título para optar al título profesional de profesor de ciencias naturales y biología. Universidad de Concepción. Campus Los Ángeles.
- Campanario, J. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. Enseñanza de las ciencias. 17 (2). 179-192.
- Cárdenes, A., Martínez, F., Santa Ana, E., Mingarro, V. y Domínguez, J. (2008). Aprender química para un futuro sostenible. Aspectos CTSA en la química de 2º de

Bachillerato utilizando las TIC. Grupo Lentiscal de Didáctica de la Física y Química. Pag 11.

- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: Debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores en ciencia. *Estudios pedagógicos XXXVI*, 2, 279-293.
- Delors, J. (1996). Informe a la UNESCO de la Comisión sobre Educación para el siglo XXI. La educación encierra un tesoro. Madrid: Santillana. Ediciones UNESCO. <http://www.unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162178s.pdf>
- Díaz, F y y Hernández, G. (1999). La motivación escolar y sus efectos en el aprendizaje. En *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: GcGrawHill.
- Felipe, A., Gallarreta, S. y Merino, G. (2006). Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Ejemplos en biología del desarrollo*. Revista Iberoamérica de Educación. 37 (6). Madrid.
- Fernández, J., Elertogui, M., Rodríguez Moreno, T. (1997). ¿Qué idea se tiene sobre la ciencia desde los modelos didácticos? *Revista Alambique: Didáctica de las ciencias Experimentales*. 12; 87-99.
- Fernández, J., González, B. y Moreno, T. (2003). Las Analogías como modelo y como recursos en las enseñanzas de las ciencias. *Alambique*. 35; 82-89.
- García, F. (2000). Los modelos didácticos como instrumentos de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista electrónica de las Ciencias*. 3 (3); 301-319.
- Gonzales-Weil, C., Cortez, M., Bravo, P., Ibaceta, Y., Cuevas, K., Quiñones. P., Maturana, J. y Abarca, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM. *Estudios Pedagógicos* 38, N°2: 85-102.
- Gonzales-Weil, 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 Científico como Enfoque Pedagógico. Estudios Pedagógicos, 35, 1, 63-78.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación (5ª. Ed.). México: McGraw-Hill.
- Hernández, R. , Fernández, C y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª. Ed.). México: McGraw- Hill
- Iñiguez, 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. 10(3). Pp.307-327
- Jara, R. (2012). Modelos didácticos de profesores en química en formación inicial. Un modelo de intervención docente para la enseñanza del Enlace Químico y la Promoción de Competencias de Pensamiento Científico a través de Narrativas. (Tesis de doctorado). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/DOCTOR/TESISROXAJARA.pdf
- Macedo, B. y Katzkowicz, R. (2005). Alfabetización científica y tecnológica: Aportes para la reflexión. Publicación digital de OREALC/UNESCO Santiago. http://www.unesco.cl/medios/alfabetizacion_cientifica_tecnologica_aportes_reflexion.pdf
- Mamminio, L. (2001). Algunas reflexiones sobre la imagen de la química. Universidad del Venda. Sudáfrica. 48-52.
- Martín, M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? Enseñanza de las ciencias, 1 (2), 57-63.
- Mayorga, M. y Madrid, D. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. Tendencias pedagógicas. 1 (15); 11-91.
- Ministerio de Educación de Chile. MINEDUC (2004). Programa de estudio cuarto año medio: Biología. Santiago de Chile: MINEDUC.

- Ministerio de Educación de Chile. MINEDUC (2011). resultados en Chile de TIMMS 2011: Estudio internacional de tendencias en matemáticas y ciencias. Chile: MINEDUC. <http://www.educacion2020.cl/noticia/chile-sube-en-prueba-timss-pero-sigue-bajo-promedio-internacional>
- Ministerio de Educación de Chile. MINEDUC (2013). Marco para la buena enseñanza. Chile: MINEDUC. http://www.aep.mineduc.cl/imagenes/pdf/2011/MBE2008_logo2011.pdf
- Naula, B. (2011). Influencia del Diseño Editorial en los Libros Escolares que intervienen en la Enseñanza de Historia. Tesis de Maestría. Universidad de Palermo. Riobamba – Ecuador. Pag 24.
- Navarro, B y Forster, M. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana. 49 (1); 1-17.
- OECD y PISA (2012). Science Competencies for Tomorrow`s World Volume 1- Analysis.
- Pozo, J. y Gómez, M. (2006). Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid. Ediciones Morata. Pag 18.
- Quinteros, D. (2009). Analogías: herramientas del lenguaje para un aprendizaje innovador del aula. Recuperado de: 165 Raviolo, A. Ramírez, P. y López, E. (2010). Enseñanza Aprendizaje del Concepto de Modelo Científico a través de Analogías. <http://www.uaemex.mx/redalyc/pdf/920/92017191002.pdf>
- Rivera, M. (2004). El aprendizaje significativo y la evolución de los aprendizajes. Revista de investigación educativa. 8 (14): 47-52.
- Rodríguez, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. España: Pamplona

- Tedesco, J. (2009). Prioridad a la enseñanza de las ciencias: una decisión política. Educación, ciencia, tecnología y sociedad, 3, 57-60.
- UNESCO-ICSU. (1999). Declaración de Budapest. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso. <http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm>
- Vadillo, B. y Klinger, K. (2004). Didáctica: teoría y práctica del éxito en Latinoamericana y España. México: McGraw Hill.
- Venezuela, M. (2008). Factores de motivación relacionados con el aprendizaje en el estudiante de medicina de la escuela de ciencias de la salud de la Universidad de Oriente. Tesis de grado para optar al título de médico cirujano. Universidad de oriente. Barcelona, España.
- Vergara, C. (2006). Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en profesores de biología: Coherencia entre el discurso y la práctica de aula. Tesis doctoral para optar al grado de Doctor en ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Vergara, C. y Cofré, H. (2008). La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica chilena: un camino por recorrer. Revista Foro Educativo 14: 85-104.
- Villarzú, A., y Velasco, M. (2007). INDAGA: Una propuesta para el diseño e implementación de un modelo de Competencias para la Valoración de la Ciencia, la Tecnología e innovación. X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP – UNESCO) y IV Taller “Ciencia, Comunicación y Sociedad”. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnología, CONICYT. Santiago, Chile.
- Viau, J., Moro, L. Zamorano, R. y Gibbs, H. (2008). La transferencia epistemológica de un modelo didáctico analógico. Erureka en enseñanza divulgación de las ciencias. 5 (2); 170-18

- Zamorano, R., Gibbs, H., Viau, J. y Moro, L. (2006). Formación de profesores: estrategias de modelado didáctico en la enseñanza de las ciencias experimentales. Revista ieRed: Revista electrónica de la Red de Investigación Educativa. Vol. 1, No, 4. 1-7.





ANEXO 1: TEST DE CONOCIMIENTO

ORGANIZACIÓN DEL ADN: "LOS CROMOSOMAS"

Nombre:	Curso:	Fecha:
Objetivo: comprender la ubicación de la información genética y la composición estructura y clasificación de los cromosomas.		
instrucciones: 1. Lea atentamente cada una de las preguntas y responda cuando este seguro. 2. Responda con lápiz de pasta.		

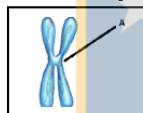
I.- SELECCIÓN MÚLTIPLE. ENCIERRE EN UN CÍRCULO LA ALTERNATIVA CORRECTA

1.- Los cromosomas están compuestos por:

- a. Cromatida hermana- telómero -brazo largo brazo corto.
- b. Telómero -brazo corto- brazo largo-histonas.
- c. Telómero- brazo corto- brazo largo centrómero.
- d. Cromatida hermana- brazo corto- telómero cromosoma.

2.-La imagen N°1, la letra A representa:

- a. Telómero
- b. Brazo corto
- c. Centrómero
- d. Brazo largo



3.- Cuando el centrómero se localiza en el extremo, por lo que solo se aprecia un brazo del cromosoma, se denomina:

- a. Metacéntrico
- b. Telocéntrico
- c. Submetacéntrico
- d. Acrocéntrico.

4.- El número de cromosomas es característico de:

- a. Una población
- b. Un individuo
- c. Un órgano
- d. Una especie

5.- Si una célula contiene 15 pares de cromosomas autosómicos y 1 par sexual. ¿Cuál corresponderían su diploidía (2n) y su haploidía (n)?

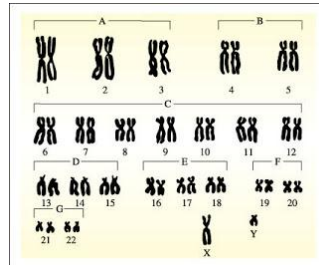
- a. $2n=32$, $n=16$
- b. $2n=16$, $n=8$
- c. $2n=28$, $n=14$
- d. $2n=15$, $n=7,5$

6.- Se entiende por telómero al:

- a. Extremo de cada cromosoma.
- b. Centro del cromosoma
- c. Número de cromosomas de una especie.

d. Ninguna de las anteriores.

La imagen nº 2, corresponde a un cariotipo de un hombre. Observa con atención y responde.



7.- ¿Cuántos cromosomas posee el cariotipo?

- a. 23 cromosomas
- b. 44 cromosomas
- c. 22 cromosomas
- d. 46 cromosomas

8.- ¿Cuántos cromosomas homólogos presenta?

- a. 23 pares
- b. 42 pares
- c. 46 pares
- d. 20 pares

9.- Según el cariotipo, corresponde a:

- a. Hombre, sano
- b. Hombre con síndrome de Down.
- c. Mujer con síndrome de Klinefelter.
- d. Hombre con síndrome de Down

10.- ¿Qué diferencias existen entre el cariotipo masculino y femenino?

- a. El número de autosomas
- b. El número de cromosomas homólogos
- c. El par de cromosomas sexuales
- d. No existe diferencia

ANEXO 2: ENCUESTA DE INTERES

Encuesta de interés

Estimado(a) estudiante, en el marco de la investigación “Estudio de caso sobre la aplicación del Modelo Didáctico Analógico Concreto “Didactic Cariotipo” para la Enseñanza y Aprendizaje de la Biología en Alumnos de Enseñanza Media” te invitamos a contestar la siguiente encuesta de opinión con la finalidad de conocer el grado de interés que presentas por la asignatura de biología y la temática unidad herencia genética. Se ruega responder con sinceridad.

Información del estudiante

Edad: _____ curso: _____ fecha: _____

INSTRUCCIONES

Evalúa las aseveraciones propuestas marcando con una X dentro del casillero correspondiente, considerando la siguiente escala valorativa:

- 1.- Totalmente en desacuerdo
- 2.- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 3.- Totalmente de acuerdo

N°	Aseveración a evaluar	Valoración		
		1	2	3
1	Estudio Biología porque aprendo algo interesante.			
2	Estudio en profundidad los temas de Biología que me resultan atractivos.			
3	En clases de biología no me distraigo fácilmente con mis compañeros.			
4	Estudio los contenidos de Biología por iniciativa propia sin necesidad de presión alguna.			
5	Al finalizar las clases de Biología busco información adicional para ampliar mis conocimientos sobre la temática estudiada en clases.			
6	Considero que el tiempo pasa rápidamente en las clases de Biología.			
7	Consulto mis inquietudes al profesor durante el desarrollo de las clases de Biología.			
8	Valoro las clases de Biología porque me permite comprender fenómenos del mundo natural.			

9	Estudio biología no solo por obtener buenas calificaciones.			
10	Realizo las tareas de Biología sin importar que estas sean actividades con nota.			
11	Me gustan los contenidos desarrollados en la unidad material genético.			
12	Me llaman la atención noticias o situaciones relacionadas con el estudio del material genético.			
13	Considero que los contenidos relacionados a la temática ADN son útiles para solucionar problemas de la vida cotidiana.			
14	Busco voluntariamente información relacionada con la temática herencia genética y eventos celulares asociados.			
15	Participo en las discusiones o actividades que se realizan durante las clases de la unidad material genético.			
16	Realizo las actividades en la temática de herencia genética que dicta el profesor durante la clase o fuera del horario de esta.			
17	Estudio clase a clase los contenidos de la unidad material genético.			
18	Me siento a gusto estudiando los contenidos de la unidad material genético.			
19	Cuando no entiendo algún concepto o idea de la unidad de material genético me esfuerzo hasta que logro comprenderlo.			

ANEXO 3: ANALISIS ESTADISTICOS PRE-TEST / POST-TEST

Prueba de normalidad

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre test	2,7	6,3	3,68	1,123
post test	4,8	7,0	6,05	0,709

Prueba de Shapiro-Wilk (nota pre test):	
W	0,823
valor-p (bilateral)	0,027
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución Normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución Normal.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es inferior al 2,73%.

Prueba de Shapiro-Wilk (nota post test):

W	0,907
valor-p (bilateral)	0,258
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución Normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución Normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 25,79%.

Prueba no paramétrica de Wilcoxon

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre test	2,7	6,3	3,68	1,123
post test	4,8	7,0	6,05	0,709

Prueba de Wilcoxon

V	0
V (estandarizado)	-2,807
Valore esperado	27,500
Varianza (V)	96,000
valor-p (bilateral)	0,005
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La distribución de las dos muestras es la misma.

Ha: Las distribuciones de las dos muestras son diferentes.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es inferior al 0,50%.

Anexo 4: ANALISIS ESTADISTICO PRE-TEST / POST-TEST DESPUES DE DOS MESES

Prueba de normalidad

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre test	2,7	6,3	3,68	1,123
post test (2meses)	5,5	7,0	6,13	0,485

Prueba de Shapiro-Wilk (nota pre test):

W	0,823
valor-p (bilateral)	0,027
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es inferior al 2,73%.

Prueba de Shapiro-Wilk (post test (2 meses)):

W	0,791
valor-p (bilateral)	0,011
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es inferior al 1,13%.

Prueba no paramétrica de Wilconxon

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre test	2,7	6,3	3,68	1,123
post test (2meses)	5,5	7,0	6,13	0,485

V	0
V (estandarizado)	-2,807
Valore esperado	27,500
Varianza (V)	96,000
valor-p (bilateral)	0,005
Alfa	0,05

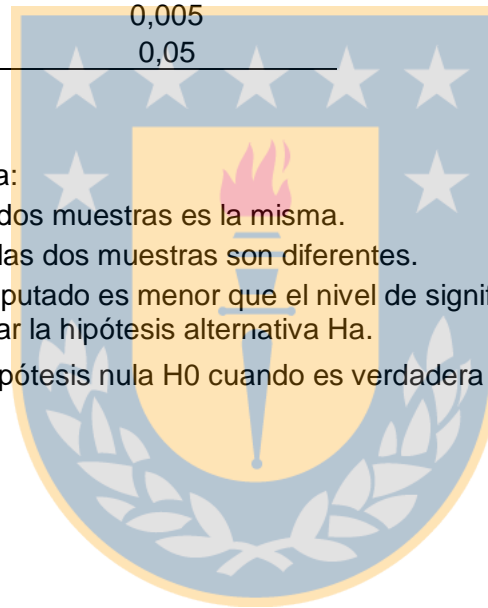
Interpretación de la prueba:

H0: La distribución de las dos muestras es la misma.

Ha: Las distribuciones de las dos muestras son diferentes.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es inferior al 0,50%.



Anexo 5: ANALISIS ESTADISTICO POST-TEST / POST-TEST DESPUES DE DOS MESES

Prueba de normalidad

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
post test	4,8	7,0	6,05	0,709
post test (2mss)	5,5	7,0	6,13	0,485

Prueba de Shapiro-Wilk (nota post test):

W	0,907
valor-p (bilateral)	0,258
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 25,79%.

Prueba de Shapiro-Wilk (post test (2mss)):

W	0,791
valor-p (bilateral)	0,011
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución Normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución Normal.

Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es inferior al 1,13%.

Prueba no paramétrica Wilconxon

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
post test	4,8	7,0	6,05	0,709
post test (2meses)	5,5	7,0	6,13	0,485

:

V	1,500
V (estandarizado)	-0,816
Valore esperado	3,000
Varianza (V)	3,375
valor-p (bilateral)	0,414
Alfa	0,05

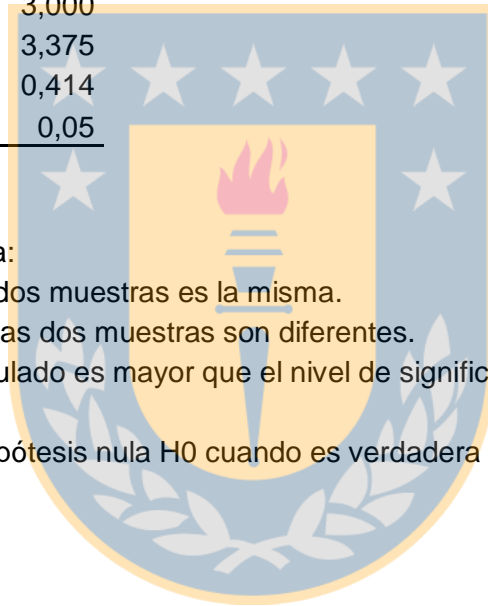
Interpretación de la prueba:

H0: La distribución de las dos muestras es la misma.

Ha: Las distribuciones de las dos muestras son diferentes.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 41,42%.



Anexo 6: ANALISIS ESTADISTICO ENCUESTA DE PRE-INTERES / POST-INTERES

Prueba de normalidad

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre interés	28	54	38,7	9,178
post interés	29	53	41,3	9,592

Prueba de Shapiro-Wilk (pre interés):

W	0,899
valor-p (bilateral)	0,211
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 21,11%.

Prueba de Shapiro-Wilk (post interés):

W	0,892
valor-p (bilateral)	0,181
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución Normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución Normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 18,06%.

Prueba paramétrica t y z para dos muestras

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre interés	28	54	38,7	9,178
post interés	29	53	41,3	9,592

Diferencia	-2,600
t (Valor observado)	-0,888
t (Valor crítico)	2,262
GL	9
valor-p (bilateral)	0,398
Alfa	0,05

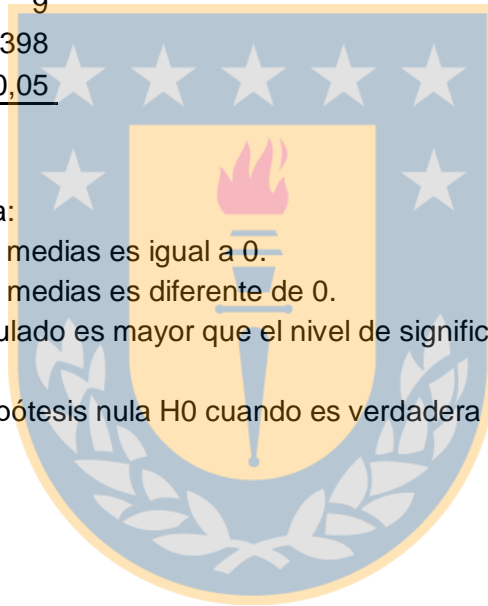
Interpretación de la prueba:

H₀: La diferencia entre las medias es igual a 0.

H_a: La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H₀.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H₀ cuando es verdadera es de 39,79%.



Anexo 7: ANALISIS ESTADISTICO PRE-INTERES / POST-INTERES RELACIONADO CON LA BIOLOGIA

Prueba de normalidad

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre interés	14	28	20,8	4,733
post interés	16	27	21,9	4,483

Prueba de Shapiro-Wilk (pre interés):

W	0,956
valor-p (bilateral)	0,744
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 74,37%.

Prueba de Shapiro-Wilk (post interés)

W	0,865
valor-p (bilateral)	0,089
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución Normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución Normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 8,85%.

Prueba paramétrica t y z para dos muestras

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre interés	14	28	20,8	4,733
post interés	16	27	21,9	4,483

Diferencia	-1,100
t (Valor observado)	-0,625
t (Valor crítico)	2,262
GL	9
valor-p (bilateral)	0,548
Alfa	0,05

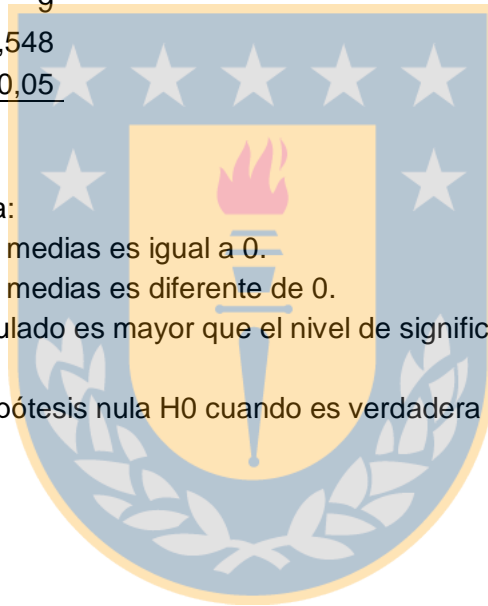
Interpretación de la prueba:

H₀: La diferencia entre las medias es igual a 0.

H_a: La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la Hipótesis nula H₀.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H₀ cuando es verdadera es de 54,76%.



Anexo 8: ANALISIS ESTADISTICO PRE-INTERES / POST-INTERES RELACIONADO CON LA UNIDAD DE HERENCIA GENETICA

Prueba de normalidad

Estadísticos descriptivos:

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
pre interés	12	26	17,9	5,174
post interés	13	27	19,3	5,355

Prueba de Shapiro-Wilk (pre interés):

W	0,896
valor-p (bilateral)	0,199
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 19,92%.

Prueba de Shapiro-Wilk (post interés):

W	0,889
valor-p (bilateral)	0,164
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La variable de la cual se extrajo la muestra sigue una distribución normal.

Ha: La variable de la cual se extrajo la muestra no sigue una distribución normal.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 16,42%.



Integrantes:

Unidad 1: "Material Genético y División Celular"

INTRODUCCIÓN

Los **cromosomas** son estructuras químicas compuestas de ADN y proteínas, que se encuentran en el núcleo de la célula. Durante la división celular los cromosomas se van condensando hasta alcanzar su máximo grado de compactación, haciéndose visibles. Las células humanas normales contienen **46 cromosomas** y cada uno de ellos posee miles de trozos de información o instrucciones llamadas "**genes**". Por lo tanto, los cromosomas son paquetes de genes que dirigen el desarrollo del cuerpo.

Pero, ¿Cómo están formados los cromosomas? ¿Son todos iguales? ¿Cómo se organizan? ¿Cuántos tipos diferentes existen?, te invitamos a descubrirlo.



Objetivo:

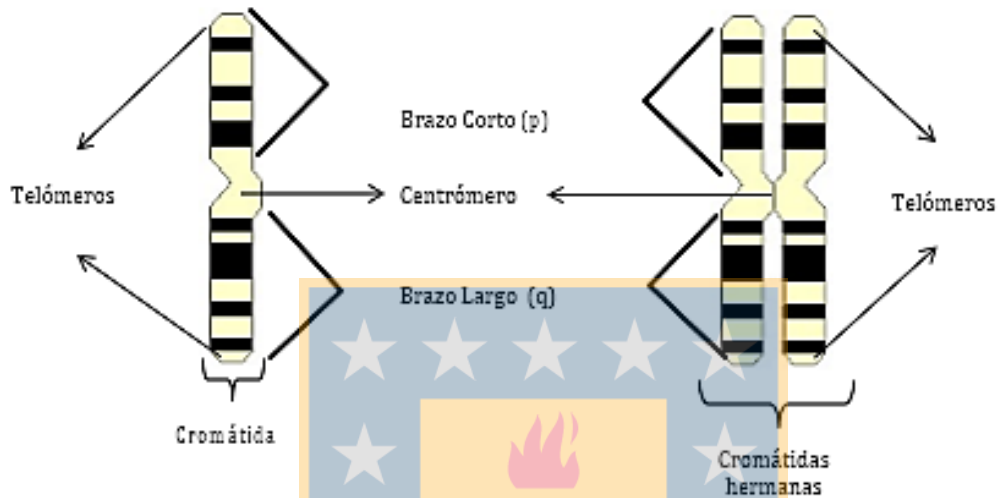
- Comprender la ubicación de la información genética y la composición, estructura y clasificación de los cromosomas.

Materiales:

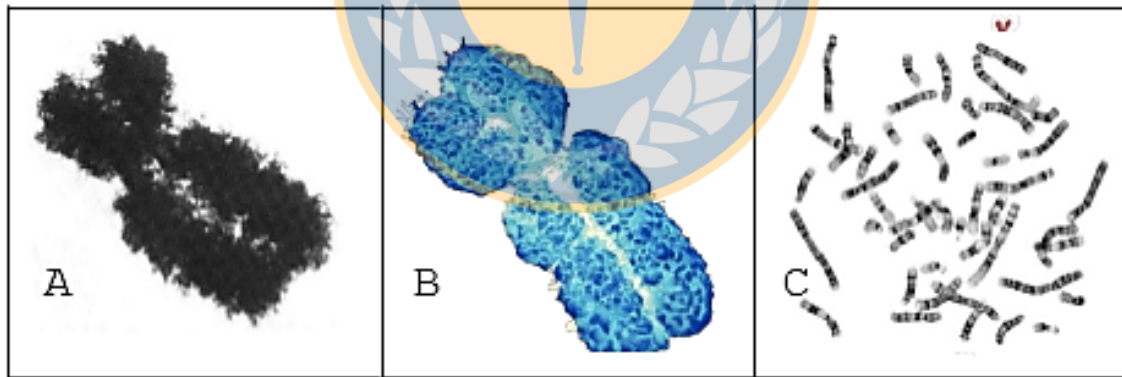


¿CÓMO ESTÁ FORMADO UN CROMOSOMA?

Los cromosomas pueden presentarse simples o dobles (duplicados, según la etapa del ciclo celular), pese a lo anterior, **TODOS** los cromosomas están compuestos por:



- Imágenes reales de cromosoma duplicados (A:B) y simples (C: juego completo de cromosomas de una célula humana)



RECUERDA

Los *Cromosomas* están formados por ADN asociado a proteínas globulares llamadas histonas. Cuando la célula comienza la división celular, el ADN se enrolla sobre las histonas, compactándose hasta que se hacen visibles estas estructuras, los *Cromosomas*.

ACTIVIDAD 1: CONSTRUYENDO UN CROMOSOMA

En grupos de tres alumnos, elaboren un cromosoma simple y uno duplicado. Para ello, sigan las instrucciones que se presentan a continuación:



- a. Cortar una pajita de 10 cm de largo.
- b. Cortar cinta krepp de 3 mm de ancho y marcar algunas bandas a lo largo del cromosoma.
- c. Cortar cinta de color de 5 mm de ancho y marcar el centro del cromosoma.
- d. Pegar el cromosoma sobre una cartulina e identificar cada uno de sus componentes.



- a. Cortar dos pajitas de 10 cm de largo cada una.
- b. Cortar cinta krepp de 3 mm de ancho y marcar algunas bandas a lo largo del cromosoma (las bandas deben estar a la misma altura en cada cromátida).
- c. Cortar cinta de color de 5 mm de ancho y unir las por el centro del cromosoma.
- d. Pegar el cromosoma sobre una cartulina e identificar cada uno de sus componentes.

¡¡ APLIQUEMOS LO APRENDIDO!!

I.-Completen las siguientes afirmaciones.

- La cantidad de ADN en un cromosoma duplicado es _____ veces la cantidad de ADN de un cromosoma sin duplicar.
- El número de copias de cada gen en un cromosoma duplicado es _____ veces el número de copias de un cromosoma no replicado.
- Cada cromosoma duplicado contiene _____ copias completas de información genética.
- Un cromosoma simple posee _____ moléculas de ADN, mientras que un cromosoma duplicado posee _____ moléculas de ADN.

II.-Respondan verdadero (V) o falso (F), según corresponda. Justifiquen las falsas.

- Un cromosoma duplicado posee dos cromátidas.

- Un cromosoma simple está formado por cuatro telómeros.

- Un cromosoma duplicado tiene dos centrómeros en su estructura.

- Un cromosoma simple posee dos brazos p.

- Cuatro brazos q constituyen un cromosoma duplicado.

III.- ¿Cómo definirían.....?

Cromosoma - Cromátide - Telómero - Centrómero -
Brazo p - Brazo q - Cromátidas hermanas





- Seleccionen tres conceptos de los mencionados en el recuadro y definanlos con sus propias palabras.-

- _____
- _____
- _____

¿CUÁNTOS TIPOS DE CROMOSOMAS EXISTEN?


De acuerdo a la posición del centrómero, los cromosomas se clasifican en cuatro tipos: metacéntricos (a), submetacéntricos (b), acrocéntricos (c) y telocéntricos (d).

- Observen cada tipo de Cromosoma y luego respondan:

<p>Cromosoma Metacéntrico</p>  <p>a</p>	<p>El centrómero se encuentra justo en _____ del cromosoma. Ambos _____ poseen el mismo tamaño.</p>
<p>Cromosoma Submetacéntrico</p>  <p>b</p>	<p>El centrómero se encuentra _____ del cromosoma. El _____ es un poco más pequeño que _____.</p>
<p>Cromosoma Acrocéntrico</p>  <p>c</p>	<p>El centrómero se encuentra en _____ del cromosoma. El _____ es bastante más pequeño que _____.</p>
<p>Cromosoma Telocéntrico</p>  <p>d</p>	<p>El centrómero se encuentra en _____ del cromosoma. El _____ es prácticamente inexistente.</p>

ACTIVIDAD 2: TIPOS DE CROMOSOMAS

En grupos de tres alumnos, elaboren un cromosoma metacéntrico, submetacéntrico, acrocéntrico y telocéntrico. Para ello, sigan las instrucciones que se presentan a continuación:

- 
- Cortar dos pajitas de 10 cm de largo cada una.
 - Cortar cinta krepp y marcar algunas bandas a lo largo del cromosoma (las bandas deben estar a la misma altura en cada cromátida).
 - Cortar cinta de color de 5 mm de ancho y unir las por el centro del cromosoma a una altura de 5 cm.
 - Pegar el cromosoma sobre la cartulina y describir brevemente sus principales características.

2

- Cortar dos pajitas de 10 cm de largo cada una.
- Cortar cinta krepp y marcar algunas bandas a lo largo del cromosoma (las bandas deben estar a la misma altura en cada cromátida).
- Cortar cinta de color de 5 mm de ancho y unir las por el centro del cromosoma a una altura de 3,5 cm.
- Pegar el cromosoma sobre la cartulina y describir brevemente sus principales características.

3

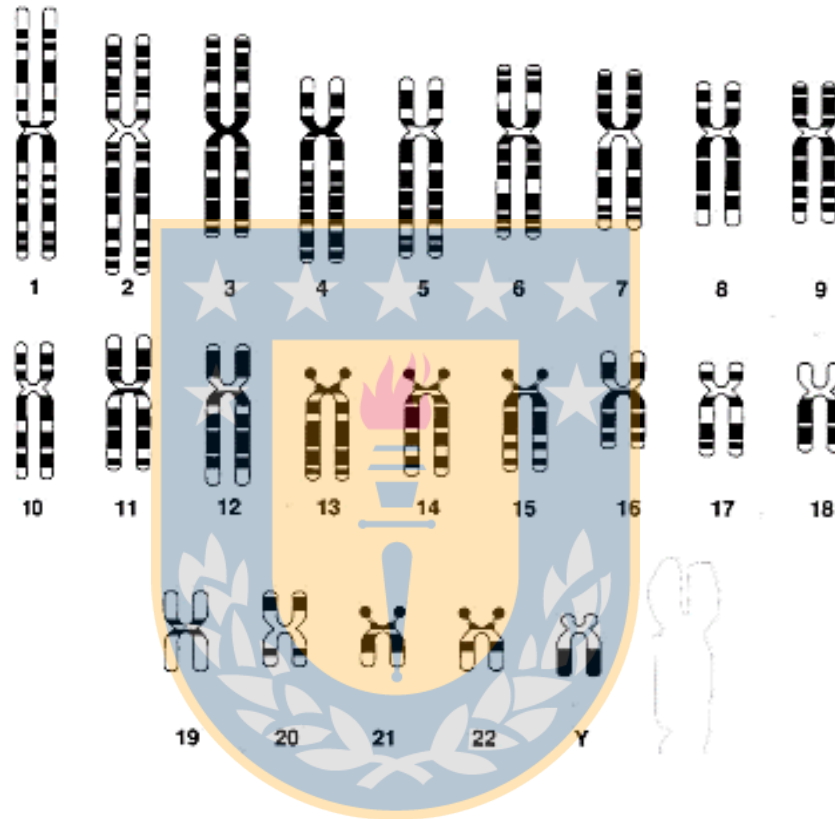
- Cortar dos pajitas de 10 cm de largo cada una.
- Cortar cinta krepp y marcar algunas bandas a lo largo del cromosoma (las bandas deben estar a la misma altura en cada cromátida).
- Cortar cinta de color de 5 mm de ancho y unir las por el centro del cromosoma a una altura de 2 cm.
- Pegar el cromosoma sobre la cartulina y describir brevemente sus principales características.

4

- Cortar dos pajitas de 10 cm de largo cada una.
- Cortar cinta krepp y marcar algunas bandas a lo largo del cromosoma (las bandas deben estar a la misma altura en cada cromátida).
- Cortar cinta de color de 5 mm de ancho y unir las por el centro del cromosoma a una altura de 0,5 cm.
- Pegar el cromosoma sobre la cartulina y describir brevemente sus principales características.

¡¡APLIQUEMOS LO APRENDIDO!!

1.- La figura representa una célula en metafase mitótica de una especie de mamífero con 23 cromosomas. El individuo representado es un macho normal.



- Observen la imagen y clasifiquen cada cromosoma según su posición del centrómero escribiendo el número en la categoría correspondiente.

Metacéntrico: _____

Submetacéntrico: _____

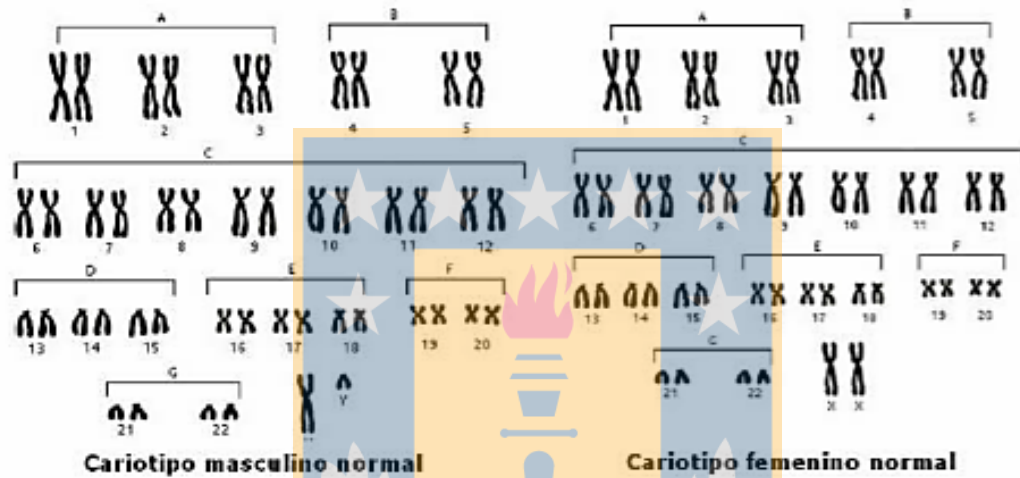
Acrocéntrico: _____

Telocéntrico: _____

¿CÓMO SE ORGANIZAN LOS CROMOSOMAS?

Para facilitar el estudio del material genético, el conjunto de cromosomas de cada especie se organiza y ordena en lo que se denomina *Cariotipo*.

1.- La figura que se presenta a continuación muestra un cariotipo humano masculino y femenino. Observen y respondan las preguntas que se plantean a continuación:



a. ¿Cómo están ordenados los cromosomas?

b. ¿Cuántos pares de cromosomas forman el cariotipo humano?

c. ¿El Cariotipo humano masculino es igual al cariotipo humano femenino? Justifica.

- d. ¿Qué tienen en común los pares de cromosomas del 1 al 22? ¿Qué nombre reciben? ¿qué información genética poseen?

- e. ¿Por qué el par (XY) y (XX) aparecen separados del resto de los cromosomas? ¿Qué nombre reciben? ¿Qué información genética poseen?

- f. Los **Cromosomas Homólogos** son similares en forma, tamaño y posición del centrómero. De ellos, uno proviene de la madre y otro del padre. De acuerdo a la definición anterior, ¿qué pares de cromosomas podrían considerarse homólogos?



- 1.- ¿Qué diferencia existe entre una célula somática y una célula sexual?

- 2.- Mencione tres ejemplos de células somáticas y dos ejemplos de células sexuales.



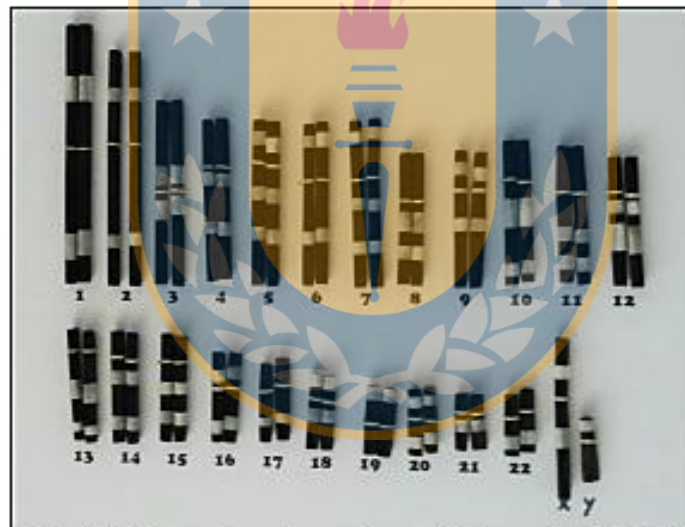
ACTIVIDAD 3: CARIOTIPOS

Recibirán un sobre que contiene un cariotipo humano elaborado de pajitas de refrescos, los cuales presentan diferentes bandeos y posición del centrómero. Siguiendo estas instrucciones generales, procedan de la siguiente manera:



1. Contar los cromosomas y apuntar el número.
2. Buscar los cromosomas homólogos y distribuirlos sobre la cartulina en los distintos grupos (A, B, C, D, E, F, G, cromosomas sexuales).
3. Determinar si se trata de un cariotipo de mujer u hombre.

Para ordenar su cariotipo pueden guiarse por el siguiente modelo:



"Didactic-cariotipo", "Prohibida la reproducción total y parcial de esta obra" © Universidad de Concepción
Registro de propiedad intelectual N°: 261.383 año 2016.

¡¡APLIQUEMOS LO APRENDIDO!!

1.- Tras observar atentamente el cariotipo construido en la actividad anterior, contesten:

- a. ¿Qué criterios se utilizan para ordenar a los cromosomas en el cariotipo?

Guía diseñada por la profesora Alejandra Barriza

b. ¿Cuántas parejas de cromosomas homólogos y no homólogos se aprecian en cada cariotipo?

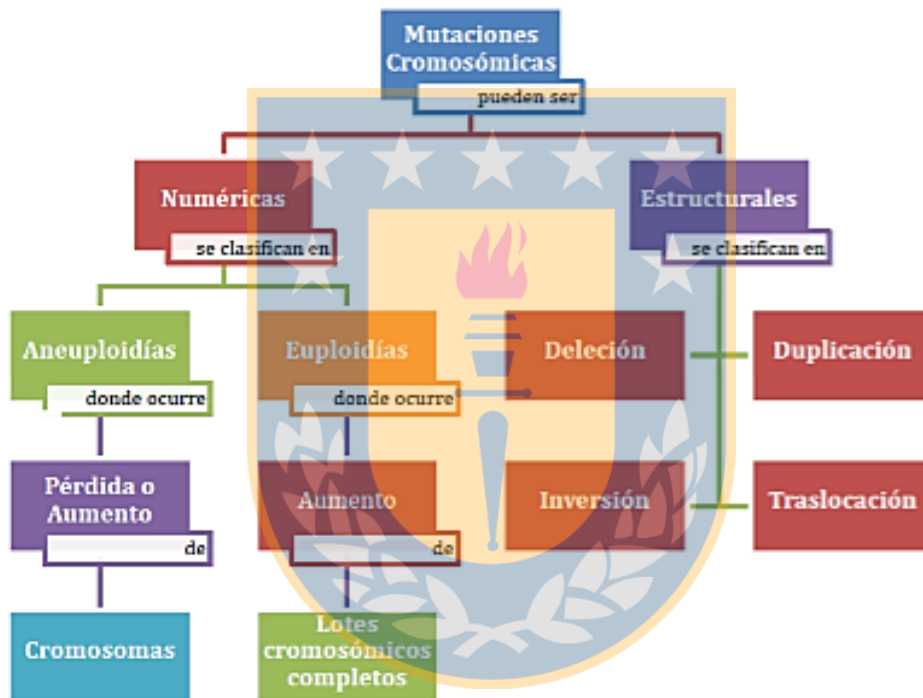
c. ¿Qué diferencias existen entre el cariotipo masculino y femenino?



ALTERACIONES CROMOSÓMICAS

¿Han oído hablar del síndrome de Down, Klinefelter o Patau?, ¿Sabían que estas enfermedades se producen por alteraciones cromosómicas?

Cualquier alteración que afecte al número o la estructura de los cromosomas de una célula se denomina **mutación cromosómica**, también conocida como aberración cromosómica. Estas pueden clasificarse en dos tipos:



Entre las alteraciones cromosómicas más frecuentes en humanos se encuentran:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Síndrome de Down	Un Cromosoma 21 extra
Síndrome de Patau	Un cromosoma 13 extra
Síndrome de Edwards	Un cromosoma 18 extra
Klinefelter	Un cromosoma sexual extra
Turner	Pérdida de un cromosoma sexual

ACTIVIDAD 4: MUTACIONES CROMOSÓMICAS

Recibirán un sobre que contiene un juego de cromosomas elaborado de pajitas de refrescos, los cuales presentan diferentes bandeos y posición del centrómero. Siguiendo estas instrucciones generales, procedan de la siguiente manera:



MUTACIÓN NUMÉRICA

1. Contar los cromosomas y apuntar el número.
2. Buscar los cromosomas homólogos, distribuirlos sobre la cartulina y determinar la alteración cromosómica y determinar la alteración cromosómica
3. Determinar si se trata de una anomalía en los autosomas o en los cromosomas sexuales.
4. Señalar el síndrome al que corresponde dicha anomalía.



MUTACIÓN ESTRUCTURAL

Recibirán varias pajitas de refrescos y cinta krepp para que elaboren un cariotipo de 10 cromosomas y en base a él, representen una de las siguientes alteraciones cromosómicas estructurales.

- Deleción
- Duplicación
- Inversión
- Traslocación

RECUERDA

- **Deleción**, cuando a un cromosoma le falta un fragmento.
- **Duplicación**, cuando un cromosoma tiene un fragmento repetido.
- **Inversión**, cuando el cromosoma tiene un fragmento invertido.
- **Traslocación**, cuando un cromosoma tiene un fragmento procedente de otro cromosoma.





¡¡APLIQUEMOS LO APRENDIDO!!

I.- Investigando sobre cariotipos que muestran enfermedades

Ahora observen los siguientes cariotipos. Pertenecen a personas que sufren algunas enfermedades

genéticas. A partir de cada figura, completen el cuadro.

CARIOTIPO		
Cromosoma (s) anormal		
Nombre de la enfermedad		
Características de la enfermedad		
CARIOTIPO		
Cromosoma (s) anormal		
Nombre de la enfermedad		
Características de la enfermedad		

CARIOTIPO	
Cromosoma (s) anormal	
Nombre de la enfermedad	
Características de la enfermedad	

II.- Responde las siguientes preguntas.-

- a. ¿Qué sucede cuando se presentan alteraciones en los cromosomas?

- b. ¿Por qué crees tú que suceden tales alteraciones?

- c. ¿Cómo responde la sociedad frente a estas enfermedades?

- d. Si te ha tocado tratar con alguien que tiene una de estas enfermedades, ¿cómo ha sido la experiencia?

Anexo 10 fotos

