

Enseñanza de la herencia genética contextualizada en el origen indígena en Chile

Karla Leiva Soto y Alfonso Llancaqueo Henríquez

Colegio Santa Cruz, Villarrica, Chile. E-mail: k.leiva@cscvillarrica.cl, Universidad de La Frontera, departamento de Física Temuco, Chile. E-mail: alfonso.llancaqueo@ufrontera.cl

Resumen: El objetivo de esta investigación es analizar el impacto de la enseñanza situada de la herencia genética en las concepciones previas de los estudiantes de 2 medio de un colegio particular subvencionado de la comuna de Angol, región de la Araucanía, Chile. Se busca evaluar cómo el enfoque de aprendizaje situado, que vincula los conceptos de herencia genética con el contexto y la vida cotidiana puede influir en la transformación de sus concepciones previas. En la primera etapa, se aplicó un cuestionario de conocimiento previo (KPSI) Knowledge and Prior Study Inventory (Young & Tamir, 1977) sobre temas de herencia genética y descendencia indígena en Chile. Los resultados mostraron que los estudiantes tienen conocimiento local sobre fenotipo, cromosomas, material genético, pero desconocen los marcadores genéticos relacionados con la descendencia indígena en Chile, y no identifican caracteres indígenas en ellos ni en su familia. En la segunda etapa, al aplicar la (UD) se concluye que las actividades propuestas fomentan una negociación mutua de significados de herencia genética en los estudiantes, que propician la asimilación y aplicación de estos conceptos a su entorno, local, familiar y social.

Palabras clave: contextualización enseñanza herencia, unidad didáctica, enseñanza situada

Title: Teaching of contextualized genetic inheritance in the indigenous origin in Chile.

Abstract: The objective of this research is to analyze the impact of situated teaching of genetic inheritance on the prior conceptions of 10th grade students from a subsidized private school in the commune of Angol, Araucanía region, Chile. The aim is to assess how the situated learning approach, which connects genetic inheritance concepts with the students' context and everyday life, can influence the transformation of their prior conceptions. In the first stage, a prior knowledge questionnaire (KPSI) Knowledge and Prior Study Inventory (Young & Tamir, 1977) was administered on topics of genetic inheritance and indigenous descent in Chile. The results revealed that students have local knowledge of phenotype, chromosomes, and genetic material, but lack awareness of genetic markers related to indigenous descent in Chile, and they do not identify indigenous traits in themselves or their families. In the second stage, through the implementation of the unit, it is concluded that the proposed activities foster a mutual negotiation of genetic inheritance

meanings among the students, facilitating the assimilation and application of these concepts to their local, familial, and social environment.

Keywords: contextualization-teaching-inheritance-didactic unit-situated learning.

Introducción

La enseñanza de las ciencias requiere innovaciones en las prácticas pedagógicas, como el aprendizaje situado. Se observa que los estudiantes tienen dificultades para relacionar los conceptos de la biología con la vida cotidiana debido a su naturaleza abstracta y compleja. Estudios han demostrado que la enseñanza tradicional y la falta de innovación en las clases de biología pueden contribuir al desinterés, la indisciplina y la dificultad de aprendizaje. Junto con ello, la composición curricular extensa de la disciplina de biología puede ser difícil de comprender para los estudiantes, lo que puede contribuir a una actitud de apatía e indiferencia (Pires, De Araújo, Amaral, 2019). Actualmente, muchas clases priorizan la transmisión rápida de conocimientos, centrándose en explicaciones centradas en el profesor. Este enfoque reduce la educación en biología a un aprendizaje estático (Guerra, 2014)

El aprendizaje situado proporciona experiencias auténticas que relacionan los conceptos biológicos con el entorno del estudiante (Díaz barriga,2006). Desarrollar una enseñanza situada permite abordar la importancia de las prácticas auténticas, es decir, cotidianas, significativas, relevantes en su entorno social, mediante procesos de interacción social reales a la cotidianidad de los estudiantes (Wenger, 2001; citado por Díaz Barriga, 2010) Este enfoque fomenta la participación activa de los estudiantes y promueve un aprendizaje significativo.

Actualmente diversas investigaciones de campo, dan cuenta de dificultades en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias. Los estudiantes perciben las ciencias como una actividad con alto grado de dificultad, donde la aplicación de métodos objetivos, rigurosos y fidedignos, genera en ellos una distancia con las ciencias (Echeverri y Ussa,2010). Una forma de abordar este distanciamiento y percibir una funcionalidad de las ciencias, es incorporar la contextualización en la enseñanza de las ciencias, de modo que esta permita el desarrollo en los estudiantes de una mirada abierta al mundo que los rodea (Chamizo e Izquierdo 2005).

Investigaciones como las de Díaz Barriga (2006), Barriga y Hernández (2010), Caamaño (2011), Izquierdo y Adúriz (2005) evidencian el papel de la contextualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje como un aprendizaje auténtico con sentido (Johnson, 1983; Gilbert, Boulter, Elmer, 2004; Justi, 2006). La contextualización incorpora el conocimiento científico a la ruta de aprendizajes del estudiante, facilitando y promoviendo los cambios conceptuales y actitudinales en sus representaciones mentales. Al contextualizar la enseñanza y proporcionar explicaciones científicas que se desarrollen en el entorno local del estudiante, las mismas adquieren valor y sentido auténtico. Cuando un estudiante se enfrenta a situaciones y actividades contextualizadas, esa información interactúa con la estructura de conocimientos de sus representaciones personales, lo que busca

relacionar los contenidos científicos con ejemplos, situaciones y problemas relevantes y significativos desde su entorno cultural, facilitando así su comprensión y aplicación práctica.

Desde el enfoque intercultural en la enseñanza de las ciencias, que se inicia con el diálogo familiar, promueve el desarrollo de habilidades críticas y reflexivas en los estudiantes. Esto les permite cuestionar supuestos, analizar diferentes perspectivas y evaluar la validez y relevancia de los conocimientos científicos desde una mirada intercultural (Kim, Anthony y Blades, 2014; Molina, 2017). Además, se busca fomentar la integración de diferentes formas de conocimiento, como el conocimiento científico, el conocimiento tradicional y el conocimiento local. Se reconocen los aportes y perspectivas de diversas disciplinas, y se busca establecer un diálogo abierto y enriquecedor entre ellas.

Para esta investigación la contextualización se basa en un aprendizaje activo que transforma ambientes físicos y sociales en experiencias valiosas, con la finalidad de extraer información que promueva fuertes vínculos entre el proceso de aprendizaje del estudiante y su entorno (Parga y Piñero, 2018). La contextualización debe cambiar el enfoque didáctico, así, al momento de su aplicación, se debe cautelar no preguntar qué aspectos del contexto se pueden utilizar para el aprendizaje de conocimiento científico, sino más bien, qué explicaciones científicas son necesarias para que el estudiante le dé un sentido a su vida y a un mundo que está regulado por la ciencia, de este modo, la preparación de la enseñanza centra la mirada en la contextualización, entendiendo que se parte del contexto para introducir y desarrollar conceptos y modelos basado en el contexto (Camaño, 2011).

La contextualización desde la enseñanza de la biología tiene como objetivo enfrentar a los estudiantes a la interpretación de problemas y resultados relacionados, fomentando su comprensión y significado. La Biología como materia escolar cuenta con un conjunto de teorías y conceptos, así como también métodos para vincular los hechos, fenómenos y procesos biológicos con las condiciones de la escuela y su impacto en la sociedad. Esto permite contextualizar el conocimiento biológico y hacer énfasis en sus aplicaciones práctica (Basulto, Gómez, González, 2017).

Con este enfoque, los estudiantes deben ser capaces de explicar y valorar estos conceptos científicos desde su propio punto de vista, lo que les permite exponer nuevas propuestas y argumentarlas de manera efectiva en base a una explicación científica contextualizada, es decir, implica relacionar un hecho o un fenómeno con su causa, utilizando habilidades científicas para desarrollar teorías o modelos científicos (González y Dueñas 2017), en consecuencia, una explicación científica es la interacción con su entorno que lleva reformular una experiencia, el medio y las interacciones que ocurran ahí, son la antesala del aprendizaje que el construya.

En este sentido, se hace evidente la importancia de que el conocimiento científico sea integrado de manera efectiva en la vida cotidiana de los estudiantes, como un medio para facilitar la conceptualización y el desarrollo de argumentaciones que fundamenten y expliquen situaciones presentes en su día a día (Caamaño, 2011). Para lograr este objetivo, es necesario que el profesor presente los conceptos de manera clara y en un

contexto específico, de manera que los estudiantes puedan comprenderlos e interpretarlos adecuadamente (Camejo, Diez, Gameleck, 2021). De esta manera, cuando los estudiantes se enfrentan a experiencias desafiantes en el aula, desarrollan un conocimiento con sentido que les permite predecir y explicar situaciones basándose en su propia vivencia (Concari, 2001). Es por ello que la implementación de una unidad didáctica contextualizada en el origen genético indígena de la población en Chile, puede contribuir significativamente a la comprensión de la importancia del mestizaje en la sociedad actual y a la formación de un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes de segundo año medio del colegio Angol.

En el contexto de una clase de historia sobre la importancia del mestizaje en Chile, los estudiantes manifestaron una percepción errónea acerca de su información genética y la relación con dicho proceso histórico. Frente a lo anterior se crea una unidad didáctica contextualizada con actividades orientadas a la exploración y reflexión del origen indígena de la población chilena. El objetivo de esta investigación es analizar el impacto de la enseñanza situada de la herencia genética en las concepciones previas de los alumnos. Se busca evaluar cómo el enfoque de aprendizaje situado, que vincula los conceptos de herencia genética con el contexto y la vida cotidiana de los estudiantes, puede influir en la transformación de sus concepciones previas. Mediante el diseño e implementación de actividades didácticas contextualizadas, se pretende indagar si esta metodología promueve la comprensión más de los conceptos de herencia genética, superando posibles ideas erróneas o limitadas que los estudiantes puedan tener. Se utilizarán instrumentos de evaluación antes y después de la intervención para medir el impacto de la enseñanza situada en las concepciones previas de los alumnos, con el objetivo de contribuir al mejoramiento de las prácticas educativas en el campo de la biología y la genética

En el caso de la biología, parece importante investigar el diseño e implementación de acciones situadas, apoyadas en una integración de contenidos interdisciplinar, que brinde oportunidades de aprendizaje significativo, y a la par, facilite la transferencia del conocimiento científico aprendido a experiencias relevantes de su vida cotidiana. Según resultados anteriores en pruebas estandarizadas en ciencias específicas de biología aplicadas a estudiantes de cuarto medio del colegio Angol, el eje de herencia y evolución está descendido en comparación a otros ejes.

Por lo tanto, para alcanzar una transformación como la descrita, en esta investigación se asume como un supuesto, que la organización de la enseñanza en torno a una contextualización situada facilita el aprendizaje significativo de los conceptos de herencia genética.

En el presente artículo, se informan los resultados de una investigación descriptiva que evidencia la implementación de una (UD) contextualizada en el origen genético indígena de la población en Chile para estudiantes de segundo año medio del colegio Angol, junto con la progresividad del aprendizaje de los conceptos de herencia genética, su comprensión de significados científicos y en la capacidad de uso y aplicabilidad de dichos conceptos por parte de los estudiantes.

Organización de la enseñanza

Los contenidos de enseñanza se enmarcan bajo la estructura conceptual del enfoque constructivista Piaget (1936; 1967; 1978), Vygotsky (1979; 1995), Ausubel (2002), Moreira (2000) y Pozo (1996; 2002). Se realiza una unidad didáctica que sigue las orientaciones propuestas por Sanmartí (2000). Para el diseño de esta (UD) se redistribuyeron y seleccionaron los conceptos científicos necesarios para contextualizar la enseñanza considerando conceptos de ADN y Herencia, complementando con artículos bioantropológicos de Rothammer (2014).

La unidad didáctica desafía a los estudiantes a partir de una nueva mirada de genética que los oriente a reflexionar sobre herencia como un patrimonio biológico (Cifuentes, 2016).

En la Tabla 1 se presenta un resumen de la organización de la enseñanza que articula los conceptos científicos de biología con la herencia genética en Chile.

Objetivo de aprendizaje del currículo	Investigar y argumentar basándose en evidencias que el material genético se trasmite de generación en generación en organismos como plantas y animales considerando, la comparación de la mitosis y la meiosis, las causas y consecuencias de anomalías y pérdida de control de la división celular			
Clases	1	2	3	4
Nombre de la clase	¿Qué significa herencia?	Una mirada a la historia de mis genes	Resistencia genética	Mis orígenes
Contenidos por clases	ADN genes marcador genético	Grupos sanguíneos en Chile , índice facial en mapuches	Descendencia familiar Fenotipo, alelos , ADN mitocondrial	Síntesis de conceptos científicos contextualizados
Objetivos de clase	Conocer las características que componen el material genético	Comprender las características de los grupos sanguíneos en Chile.	Analizar características del fenotipo a partir de información propuesta	Analizar el concepto contextualizado de herencia genética
Actividades en el aula	Observación documental Genoveva Trabajo grupo: responden preguntas Apuesta en común	Observación documental Genoveva trabajo en grupo sobre encuesta grupos sanguíneos y obtención medida índice facial Apuesta en común	Observación documental Genoveva trabajo grupal en Hoja de resultados con datos de clase anterior Apuesta en común	Observación documental Genoveva Lectura capítulo 2 genoma nuclear de los chilenos Presentaciones de trabajos apuestas en común Cierre unidad
Tiempo	90 min	180 min	90 min	180 min

Tabla 1. Articulación de la unidad didáctica contextualizada.

Metodología

La muestra estuvo conformada por estudiantes 23 mujeres y 20 hombres de 2º Enseñanza secundaria del Colegio Angol. Las familias que actualmente participan en el proyecto educativo del Colegio Angol residen en el área urbana de la ciudad. Según los cálculos realizados por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), el índice de vulnerabilidad en la enseñanza básica alcanza el 84,54%, mientras que en la enseñanza media llega al 68,48%. Esto sitúa al colegio en el nivel socioeconómico Medio-Bajo, según la categorización establecida por la Agencia de Calidad del Ministerio de Educación.

Es importante señalar que Angol junto con otras localidades (los Sauces, Collipulli, Lumaco) se consideran zona de conflicto entre comunidades mapuches con el estado de Chile, lo que genera movimiento de carabineros y personal de fuerzas especiales.

La investigación se desarrolla en las clases de biología durante 3 semanas, la cantidad de estudiante por clase es variable, observando un promedio 37 estudiantes durante la aplicación de la (UD), cada clase consta de 90 minutos. El autor e investigador de este artículo es el responsable del desarrollo de las actividades en sala de clases.

El método elegido tiene por fin reconstruir e interpretar la realidad tal como se observa en el aula (Fernández, Sampieri, Baptista, 2014) desde un enfoque cualitativo (Bonilla y Rodríguez, 1997). Se describen experiencias significativas de los estudiantes que emerjan en el proceso de aprendizaje, durante la aplicación de la (UD) sin manipulación ni estimulación de la realidad (Corbetta, 2003). Se entregó un consentimiento informando, posteriormente se desarrolló la unidad didáctica en seis clases.

Los datos se recogen de tres momentos, cuestionario de conocimiento previo, apuestas en común que son espacios de conversación entre estudiantes durante la (UD), y por último la aplicación de un cuestionario de lápiz y papel elaborado por el investigador.

El cuestionario de conocimiento previo (KPSI) Knowledge and Prior Study Inventory (Young & Tamir, 1977) permite agrupar la muestra según el significado de los números en las respuestas, así se determina cuanto es lo que conocen de los conceptos científicos de genética, célula y ADN.

En la Tabla 2 se presentan los detalles del cuestionario de conocimiento previo (KPSY), categorías definidas de análisis y cuestionario de lápiz y papel, respectivamente.

Apuesta en común

Para el análisis de la apuesta en común se definieron dos categorías de análisis de las respuestas registradas de la aplicación de la (UD) a partir de registros de grabación en los momentos de socialización por grupos en la apuesta en común, donde evidencian sus avances.

Las categorías que se levantan a partir de los datos recogidos se denominan construcción de significados (CS), y progresión del aprendizaje (PA). La descripción de estas categorías se presenta en la Tabla 3.

Cuestionario de conocimiento previo KPSY INTERROGANTES	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
1. Conozco donde se encuentra el material genético					
2. Sé lo que significa la herencia genética					
3. Sé la diferencia entre caracteres heredados y adquiridos					
4. Conozco la importancia genética en la población.					
5. Puedo explicar lo que es un gen					
6. Sé la relación entre cromosomas- gen -ADN					
7. Puedo explicar la características del ADN					
8. Sé lo que representa los marcadores genéticos					
9. Puedo identificar la expresión de un gen					
10. Comprendo la importancia de mis padres en la adquisición de caracteres					

Tabla 2. Cuestionario de conocimiento previo. Significado de los números en la respuesta a las preguntas. 1= No lo sé. 2= Sé algo. 3= Lo sé. 4= Lo sé bien. 5= Puedo explicarlo a un compañero.

Categoría	Descripción
Construcción de significados (CS)	Esta categoría se centra en la reconstrucción del conocimiento. Es la conciliación entre los significados de los conceptos previos y los nuevos significados de herencia genética asimilados.
Progresión del aprendizaje (PA)	Ruta del aprendizaje que evidencia la adquisición de significados científicos en sus explicaciones.

Tabla 3. Categorías análisis de datos.

A continuación, se presenta el cuestionario de lápiz y papel aplicado al finalizar la unidad didáctica, el cual permite recopilar datos sobre los aprendizajes de los estudiantes y conocer sus ideas acerca de cómo se relacionan los factores genéticos y la historia evolutiva en la diversidad biológica de las poblaciones humanas contextualizado en Chile, así como si la información genética originaria de un país se mantiene en los genes a lo largo del tiempo.

Cuestionario lápiz y papel

1. ¿Qué es el ADN y cuál es su función en la herencia de los seres vivos?
2. ¿Cómo se transmite el material genético de una generación a otra?
3. ¿Qué son los cromosomas y cómo influyen en la herencia de los caracteres?
4. ¿Qué diferencias existen entre los caracteres heredados y los adquiridos?
5. ¿Cómo se relacionan el genotipo y el fenotipo en la expresión de los caracteres heredados?

6. ¿Qué son los alelos y cómo afectan en la herencia de los caracteres en una población
7. ¿Cómo se pueden utilizar los marcadores genéticos para identificar la ascendencia de una persona?
8. ¿Qué es un marcador de ancestría y cómo se puede utilizar para estudiar la diversidad genética de una población?
9. ¿Cómo se relacionan los alelos y los marcadores genéticos en la determinación de características heredadas?
10. ¿Cómo se puede determinar el origen étnico de una persona utilizando su genotipo?
11. ¿Cómo se puede estudiar el mestizaje a través de marcadores genéticos y genes específicos?
12. ¿Cómo se relacionan los grupos sanguíneos con la ascendencia indígena en América Latina?
13. ¿Qué son los genes amerindios y cómo se pueden identificar en una población?
14. ¿Qué es el cromosoma (Y) y cómo se puede utilizar para estudiar la historia evolutiva de una población?
15. ¿Cómo se pueden utilizar los marcadores genéticos para entender la diversidad biológica de las poblaciones humanas y su relación con la historia evolutiva?

Para conocer el interés de los estudiantes se diseñó una evaluación que permita identificar el estado de ánimo encerrando la cara de un emoticón que mejor represente sus nuevos conocimientos (Figura 1). Ellos podían marcar solo uno. Esta estrategia se encuentra en los libros de ciencias naturales entregados por el ministerio, solo se agregaron algunas modificaciones.

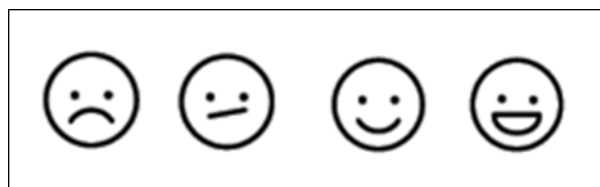


Figura 1. Estado de ánimo según lo aprendido.

Resultados y discusión

Los resultados de este estudio se presentan en tres momentos. En primer lugar, después de aplicar el cuestionario de conocimiento previo (KPSI), en segundo lugar, los resultados de las interacciones en el aula, las que se denominamos apuesta en común y para finalizar los resultados del cuestionario de lápiz y papel.

El estudio evaluó el nivel de conocimiento previo de los estudiantes en biología. Es importante destacar que las preguntas realizadas en el cuestionario son de conceptos científicos de biología que pueden resultar desconocidos para los estudiantes. La aplicación del cuestionario de conocimiento previo (KPSI) evidenció que el 24% de los estudiantes se encuentra en el rango incipiente, lo que significa que desconoce el significado de los conceptos de ADN, material genético y cromosomas. El

54% de los estudiantes se encuentra en el rango parcial, lo que indica que conocen los conceptos mencionados, pero no pueden explicar lo que entienden. El 22% se encuentra en el nivel de comprensión, lo que significa que entienden y pueden explicar con facilidad tales conceptos. Por lo tanto, el 66% de los estudiantes identifica y conoce los conceptos de ADN, célula, material genético y gen.

La pregunta que presenta un puntaje mínimo es la número 8, "*se lo que representa el marcador genético*" esta afirmación es la conexión a la contextualización de conceptos científicos de herencia, es un término específico, lo que explica una menor puntuación. En cambio, la pregunta número 1 "*conozco donde se encuentra el material genético*", presenta un 64% de puntuación máxima, indica que los estudiantes entienden las características de las células y sus organelos y lo pueden explicar con facilidad. Estos resultados permitieron profundizar en los conceptos de herencia genética progresivamente.

Estos primeros resultados dan a conocer las representaciones internas de los estudiantes. Describen como entienden el concepto científico de herencia genética, desde un modelo de cambios instantáneos, es decir, que al pasar el tiempo los genes se pierden. De este modo el significado científico que precede en sus representaciones internas no identifican la trascendencia del ADN, ya que se enseña como una molécula inteligente que expresa información, pero no vinculante a la historicidad en la población. La enseñanza de la genética en el discurso docente es reduccionista y determinista (dos Santos et. al, 2020) originada de una ciencia alejada, distante que practican los científicos, que se traspasa con rigor, en el que no se lleva al estudiante a establecer conexiones entre lo aprendido en el aula y su vida cotidiana (Gonçalves, Teixeira, Costa, 2019).

Con respecto a las apuestas en común, que son momentos donde los integrantes de cada grupo expresan verbalmente sus opiniones de forma libre, dan a conocer sus puntos de vista y socializan el trabajo realizado en clase, se levantaron 2 categorías: construcción de significados (CS) y progresión de aprendizaje (PA).

En la categoría de (CS), se enfoca en la reconciliación conceptual entre los conocimientos previos y los nuevos. Para ello, se recopilan datos a partir de diversas afirmaciones y se analiza la frecuencia con la que éstas se repiten. Al inicio de la aplicación de la (UD) el 50% de los grupos señaló que no presentan genes indígenas en su genética familiar, esto significa que el estudiante identifica el concepto de gen y entiende que este es heredable, pero considera que esos genes indígenas iniciales ya no están en su genética, porque se pierden, por otra parte, un 28% señala que su familia tiene descendencia indígena por sus apellidos, los cuales son la evidencia de su fenotipo indígena. El 22% de los estudiantes manifiesta que su descendencia es extranjera, por sus apellidos y por la información familiar de sus antepasados.

Las respuestas de los estudiantes dan registros de una enseñanza descontextualizada, una conceptualización en los estudiantes lineal no vinculante, que surgen de la observación del documental *Genoveva* (Castillo, 2014).

El documental *Genoveva* propicio un ambiente de incertidumbre y cuestionamientos donde los estudiantes manifestaron afirmaciones como la siguiente: *"no puedo tener genes mapuches porque tengo origen italiano y español"*, los rasgos mapuches son notorios y en mi familia no los hay", se aplica el concepto de gen desde una mirada lineal, resultado de la descontextualización de la enseñanza de la biología (Goldbach et. al, 2009) diferentes estudios han enfatizado que el estudiantado suele emitir explicaciones lineales entre genotipo y fenotipo (Occelli, Pomar, Gómez, 2022).

Se presume que esta construcción de ideas es por el diseño de un currículo extenso con un alto número de objetivos de aprendizaje que dificulta la elaboración de estrategia de enseñanza lo que puede haber contribuido al aprendizaje limitado de los estudiantes, por la segmentación de los contenidos en la enseñanza de las ciencias y la falta de estrategias interdisciplinarias vinculantes, que apunten a una acción conjunta de intercambio comunicativo en el aula.

El contexto histórico del ADN es genético – evolutivo, es una huella biológica viva de nuestros ancestros que se preserva en el tiempo. La contextualización de los conceptos de herencia genera ese vínculo (Parga y Piñero, 2018) entre el origen familiar y la expresión genética.

Cada experiencia educativa demostró un alto grado de participación en los estudiantes. La siguiente actividad contextualizada se aplicó en 4 clases de 90 minutos, sobre la utilización de grupos sanguíneos y medición de índices faciales como marcadores genéticos de ancestría. Los estudiantes consultaron a sus padres su grupo sanguíneo, y sacan porcentaje de los grupos sanguíneos representados en el grupo, posteriormente se toman las medidas de los índices faciales total y superior para realizar una apuesta en común con los resultados de todo el curso, de acuerdo con las respuestas de cada grupo el 83,3% presentan grupo 0 Rh + y el 16,3% otros grupos sanguíneos, en cuanto a las medidas las medidas del índice facial superior y total el 73% se clasifican en euriónico. Esta información es comparada por los estudiantes, con el estudio de índices faciales en individuos mapuches Del Sol (2006), junto con los estudios del proyecto Cifuentes (2016) que señala que los grupos sanguíneos ABO y Rh son altamente constantes para la población en Latinoamérica, siendo el grupo 0 el único aparente en las poblaciones amerindias considerado monomórfico, en cambio para poblaciones europeas la frecuencia apreciable de alelos corresponde al grupo sanguíneo A y B, algo similar ocurre con el sistema de Rh, se encuentra en población europea, pero ausente poblaciones americanas. En cuanto al índice facial coincide el resultado de los estudiantes del curso, con lo obtenido por Del Sol (2006) en su estudio de índices faciales en individuos mapuches.

A partir de los diálogos establecidos en los grupos de trabajo, se identificó que la actividad fomentó el análisis de los elementos a representar, su carácter dinámico y su significado, *"los genes no es solo algo biológico, sino que algo de la historia"*, *"sabemos muy poco de nuestro origen genético, tal vez hay más información que no ha sido descubierta"*, *"siempre me han dicho que mis abuelos son españoles, pero no consideraban el grupo sanguíneo"*.

Podemos aventurar que, el diseño didáctico propuesto fomentó el aprovechamiento para desarrollar explicaciones científicas, donde las actividades contextualizadas actuaron como herramientas que mediaron una actividad epistémica, que les permite ir construyendo, y transformando su aprendizaje. Según los resultados de ambas actividades los estudiantes generan una negociación de significados (Díaz Barriga, 2006) y creación de explicaciones científicas (Caamaño, 2011) al identificar el rasgo comprenden que los grupos sanguíneos son marcadores genéticos que develan el origen amerindio de la población en Chile, que está presente en ellos, en su familia y en su entorno, ya que el 80% del grupo curso es del grupo sanguíneo 0.

La demanda cognitiva de las actividades propuestas y el trabajo en grupo fomentó el diálogo entre el estudiantado, colocándolos en un rol activo y protagónico. Un ejemplo de lo anterior se observa en el siguiente registro:

Profesor: con la información que les pedí sobre el tipo de grupo sanguíneo necesito que contesten las preguntas de guía, para ello formen grupos de trabajo de la clase anterior

Estudiante 1: ok

Estudiante 2: "¡Tengo grupo sanguíneo 0!"

Profesor: "¡Genial! El grupo sanguíneo 0 es importante para nuestra población ¿Alguien más quiere compartir sus resultados?"

Estudiante 3: "Tengo grupo sanguíneo A."

Estudiante 4: "Y yo tengo grupo sanguíneo B."

Profesor: "Muy bien. Otra cosa que es importante que sepamos que el material genético que se encuentra en las mitocondrias también se utiliza como un marcador de ancestralidad y se traspa de la madre a sus hijos

Estudiante 2: ¡Sí! La información genética de Chile se puede encontrar en nuestras células.

Estudiante 3: ¿Cómo es eso posible? ¿Cómo se puede saber eso?

Estudiante 2: Bueno, nuestros genes contienen información sobre nuestros antepasados. Por ejemplo, según estudios, el grupo sanguíneo 0 se relaciona con el origen indígena mapuche en Chile.

La diversidad de niveles de comprensión entre el estudiantado permitió la colaboración, siendo algunos capaces de explicar a sus pares los procesos biológicos implicados y las formas de afrontar los datos obtenidos, con la información entregada por su familia sobre su origen.

Esta información concluida por el grupo curso se complementa con palabras de Cussen (2016) los chilenos son el resultado de la concurrencia de dos acervos genéticos, amerindio, caucásico o negroide que se distribuye en distintos puntos geográficos de la nación y que están relacionados con el nivel socioeconómico. Estas actividades los llevan a indagar en sus rasgos y comparar tal información con estudios científicos, desarrollando explicaciones científicas para su origen genético.

Los datos obtenidos de la segunda categoría: progresión de aprendizaje (PA) se obtienen de la presentación final del trabajo en grupo, realizado por los estudiantes, se recoge los conceptos científicos utilizados en sus explicaciones y las actividades que promueven la construcción de aprendizaje. Los conceptos contextualizados más utilizados en sus presentaciones grupales fueron: "ADN mitocondrial", "herencia mapuche", "gen amerindio", "marcador genético", "ADN chileno", "ancestría", "monomórfico". En cuanto a la construcción de ideas, se destacan: "los grupos sanguíneos son la clave de nuestra historia", "el material genético tiene información de nuestros antepasados", "si bien somos diferentes, todos compartimos una información genética en común", "los grupos sanguíneos son genes que están en los cromosomas", "todos tenemos abuelas indígenas".

Las explicaciones científicas mencionadas por los estudiantes incorporan diversos conceptos asimilados en el proceso de enseñanza, de estos, los que marcan un punto de partida, son los conceptos de ADN mitocondrial, es clave por sus características de marcador genético de ancestría, junto con el marcador de grupo sanguíneo. El ADN mitocondrial se hereda solamente de la madre, son secuencias de genes que se traspasan en la fecundación de generación en generación y se mantienen intactos, por lo tanto, los orígenes indígenas de la población son innegables. Al asimilar estos conceptos el estudiante establece una relación con una parte de su historia y comprende que el ADN tiene esa conexión con el pasado. En consecuencia, la asimilación de estos conceptos son la base para crear explicaciones científicas contextualizadas.

Los resultados muestran que, si bien hubo mejoras significativas en el desempeño y la comprensión de los conceptos de herencia genética, algunos estudiantes aún presentan dificultades en la vinculación entre el origen indígena y su propia herencia. Aunque se observó una mayor comprensión en ciertas áreas, es necesario seguir reforzando la conexión entre estos conceptos para una comprensión más completa

La adquisición y aplicación de conceptos científicos lograda, también se evidencia y representa en la producción de un mapa conceptual, elaborado en forma colectiva por los estudiantes, primero elaboran un mapa conceptual por grupo, posteriormente se les sugieren conceptos y ellos posteriormente van escribiendo uno de ellos en la pizarra, y agregando lo que consideran que faltan. En la Figura 2 se observa una réplica de lo realizado por los estudiantes.

El mapa conceptual es una evidencia de las explicaciones científicas desarrolladas por los estudiantes a partir de su experiencia situada de aprendizaje, es una construcción colaborativa de los estudiantes sobre los conceptos científicos adquiridos en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La integralidad de los conceptos es una clara muestra de los significados adquiridos que ellos atribuyen al modelo conceptual, por lo tanto, estas respuestas son el resultado de la estructura conceptual del grupo de estudiantes (Occelli, Pomar, Gómez, 2022).

Para finalizar la unidad se aplica un cuestionario de lápiz y papel. En la Figura 3 se presenta el porcentaje de logro por pregunta.

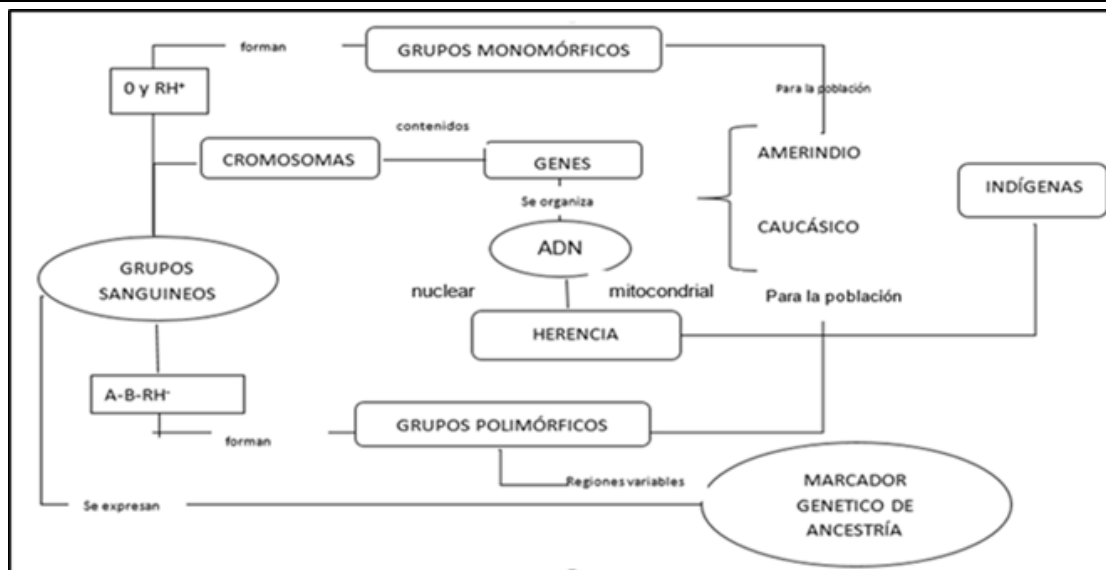


Figura 2. Mapa conceptual elaborado por los estudiantes.

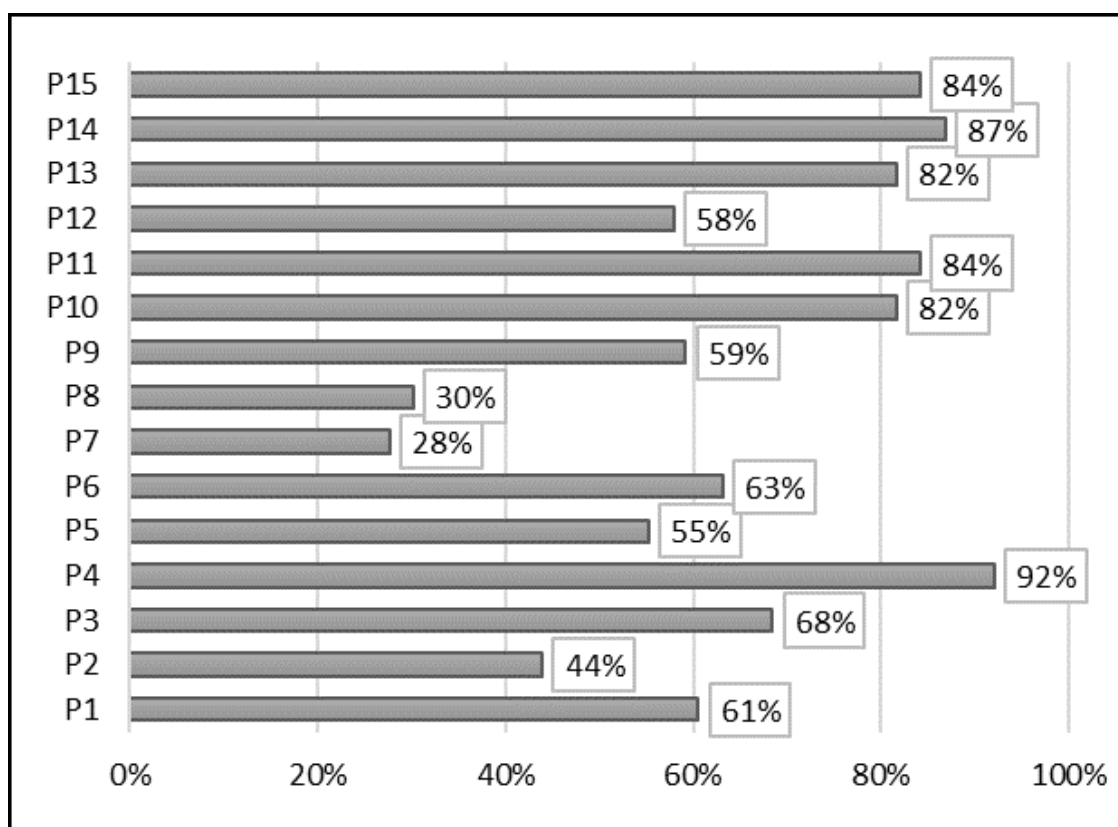


Figura 3. Desempeño por pregunta cuestionario lápiz y papel

El cuestionario de lápiz y papel aborda temáticas de herencia genética en Chile y su resultado se expresa en una calificación que se divide en tres niveles de desempeño. Las calificaciones de 1,0 a 3,9 corresponden a un desempeño incipiente, de 4,0 a 5,0 a un desempeño parcial, y de 5,1 a 7,0 a un desempeño comprensivo. Los resultados obtenidos bajo esta clasificación son los siguientes: el 21% de los estudiantes se encuentra en un nivel incipiente, el 39% en un nivel parcial y el 39% en un nivel superior.

Se observó que muchos de los estudiantes presentaron dificultades para expresar claramente sus ideas, lo que dificultó la comprensión de los conceptos que intentaban transmitir como marcadores de ancestría, grupos sanguíneos e índices faciales, son conceptos complejos que requieren una buena habilidad en la redacción y comprensión lectora. Esto influyó negativamente en la evaluación de sus resultados, ya que la claridad en la comunicación de los conceptos es fundamental para que estos puedan ser comprendidos adecuadamente.

Sin embargo, es importante destacar que en las grabaciones de las experiencias en clase se pudo observar una reflexión evidente de los estudiantes sobre los temas tratados en la clase, relacionando entre los grupos sanguíneos como marcadores de ancestría y la asociación con ancestros indígenas en Chile, particularmente con el origen mapuche, gracias a investigaciones bioantropológicas, específicamente sobre el ADN mitocondrial, grupo sanguíneos e índice facial utilizados en la (UD).

Lo anterior indica que sí hubo un aprendizaje significativo. Por lo tanto, es necesario que se ponga énfasis en el desarrollo de habilidades de comunicación escrita para que los estudiantes puedan transmitir adecuadamente sus ideas y conocimientos adquiridos. De esta forma, se podrá evaluar de manera más precisa el aprendizaje y la comprensión de los estudiantes en las diferentes temáticas abordadas.

Investigaciones destacan que la evaluación de los materiales de enseñanza a menudo se enfoca en los contenidos curriculares sin tener en cuenta las culturas regionales del país, lo que lleva a la marginación de una gran parte de la población indígena y mantiene un currículo uniforme, inmutable y estructurado (Pino y Montanares, 2019). En cambio, en las apuestas en común, los estudiantes presentan un mayor dominio conceptual, se identifica que la utilización de un soporte semiótico, como la presentación de la hoja de resultados de sus mediciones, los dirige a la construcción de modelo mental (Izquierdo, 2007). El diseño de preguntas contextualizada en una enseñanza situada, promueve un desempeño superior del aprendizaje en los estudiantes, al incorporar los conceptos científicos a un modelo escolar desafiante que reafirma el origen indígena en ellos.

Conclusiones

El conocimiento intercultural o local se relaciona de manera significativa con la enseñanza de las ciencias, al articular este conocimiento a la enseñanza de la herencia genética, se crea un vínculo entre los conceptos científicos y la identidad de los estudiantes, al explorar las ideas previas de los estudiantes y profundizar en su origen genético, se facilita una reestructuración conceptual, que favorece el encuentro entre sus representaciones mentales y el modelo mental, promoviendo la asimilación gradual de significados científicos.

Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes lograron adquirir un dominio conceptual de los nuevos temas abordados en la unidad didáctica. El uso de mediadores didácticos como videos, actividades en grupo y discusiones guiadas, favoreció la cohesión conceptual y una comprensión profunda de los conceptos tratados. Además, los datos indican

que la actividad permitió a los estudiantes explorar ideas no lineales y reflexionar sobre el papel del ADN en la historia genética de los chilenos como se evidenció en sus descripciones.

En las reflexiones grupales, se observó que los estudiantes fueron capaces de utilizar correctamente los términos y conceptos relacionados con los marcadores genéticos, marcadores de ancestría, alelos, genotipo, grupos sanguíneos, genes amerindios, cromosoma Y, junto con el concepto de mestizaje, demostrando un conocimiento claro y preciso de estos conceptos. En consecuencia, se puede afirmar que los mediadores didácticos utilizados permitieron una comprensión profunda y un dominio conceptual de los temas, lo que se reflejó en las reflexiones grupales y en la evaluación de los resultados.

Durante la implementación de la unidad didáctica, se utilizaron dinámicas de apuestas en común que permitieron generar un ambiente libre donde los estudiantes podían expresar sus inquietudes y avances en el trabajo en clase. Esto fomentó la interacción y el intercambio de ideas entre ellos, lo que los colocó en un rol activo y participativo en el proceso de aprendizaje (Bravo, 2022). Como resultado, el enfoque didáctico centrado en la indagación de modelos científicos dinámicos en un entorno escolar desafiante, junto con las apuestas en común, creó oportunidades para la negociación y la co-creación de significados, como se pudo apreciar en sus presentaciones finales.

El aprendizaje situado responde a las necesidades educativas de hoy, permite vincular esa distancia entre el dominio cognitivo del estudiante y los conceptos de herencia, genera cimientos que permiten reconstruir esquemas cognitivos. Además, el aprendizaje situado actúa como un catalizador educativo porque acciona los conceptos a enseñar de forma apropiada, armónica y en sintonía con el proceso de aprendizaje del estudiante.

Implicaciones

La enseñanza situada de la herencia genética ha tenido un impacto positivo en las concepciones previas de los estudiantes. Los datos muestran una mejora significativa en el desempeño, un mayor nivel de comprensión en las áreas relacionadas con la determinación del origen étnico, el estudio del mestizaje, la relación entre grupos sanguíneos y ascendencia indígena, la identificación de genes amerindios y el uso de marcadores genéticos. Esta mayor comprensión demuestra la vinculación del origen indígena con su propia herencia, lo cual es de gran importancia para entender la diversidad genética de la población en Chile. Además, esta enseñanza les brinda a los estudiantes la oportunidad de explorar y valorar su identidad y herencia indígena, fortaleciendo su conexión con su cultura y contribuyendo a su desarrollo personal.

La contextualización de la herencia genética desde una perspectiva intercultural permite incentivar la identidad de los estudiantes al mostrar cómo su patrimonio genético se entrelaza con su historia y cultura, fomentando el sentido de pertenencia, permitiendo a los estudiantes valorar y apreciar su identidad genética única.

Es necesario fortalecer el conocimiento sobre el origen indígena en Chile, ya que las raíces indígenas son una parte fundamental de la historia y cultura de nuestro país, y están representadas en la huella biológica de nuestros genes. Es fundamental continuar trabajando en la vinculación del origen indígena con la herencia personal para lograr una comprensión más sólida y completa de la diversidad genética en la población chilena.

Es esencial que como sociedad reconozcamos y respetemos la diversidad cultural y lingüística para poder apreciar la riqueza y valorar todas las culturas que nos identifican como chilenos. Para lograrlo, es crucial fomentar la educación y el conocimiento de la historia y las culturas indígenas, considerándolos como un bien común esencial para el desarrollo de una sociedad cohesionada. Al valorar y apreciar nuestras diferencias y compartir un origen común, podremos construir una identidad nacional sólida y respetuosa en la que todos los chilenos nos sintamos parte integral.

Referencias bibliográficas

Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.

Basulto, G. Gómez, C.; González, O; (2017) Enseñar y aprender Biología desde el enfoque sociocultural-profesional. *Revista EduSol*, 17 (61), 70-81.

Bonilla, E; Rodríguez, P. (1997). *Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales*. Chile. Editorial: Norma.

Bravo, L. M. (2022). Metodologías interculturales para la enseñanza de la biología y la vida. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (51). Recuperado de <https://doi.org/10.17227/ted.num51-12320>

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Revista didáctica de las ciencias experimentales*, 69(1), 21-31.

Camejo, A; Diez R; Galembeck, S; (2021). Potencialidades de la contextualización en la enseñanza de las Ciencias: ¿abordaje de enseñanza o dimensión del conocimiento? *Revista de Investigación*, 101 (45), 148-168. recuperado de

Castillo, P. (2014): *Genoveva* (documental). Chile: productora Errante.

Cifuentes, L. (2016). El genoma nuclear de los chilenos. S. Berríos(ed). *El ADN de los chilenos y sus orígenes genéticos* (pp.37-60). Santiago: Universitaria

Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Revista ciencia y educación*, 7(1), 85-94

Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw Hill.

Cussen, C. (2016). Relato histórico de la formación del actual pueblo chileno, S. Berríos (ed). *El ADN de los chilenos y sus orígenes genéticos*. 17-35. Santiago: universitaria.

Chamizo, J; Izquierdo, M. (2005). *Ciencia en contexto: Una reflexión*

desde la filosofía. *Revista de las ciencias experimentales*.5(3), 123-156.

Del Sol, M. (2006). Índice facial en individuos mapuches. *Revista Scielo*, 24(4), 587-590.

Dos Santos, F. S., Ferraz, D. F., Klein, A. I., de Francisco, A. C., Miquelin, A. F. (2020). Secuencia didáctica fundamentada en neurociencia para la enseñanza de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 359-383.

Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw Hill.

Díaz & Hernández. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (pp. 34-50). México: Mc Graw Hill

Echeverri, M.; Ussa, E. (2010). Sistema de categorías para análisis didáctico de los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología. *Revista Bio-grafía: Escritos sobre la biología y su enseñanza*, (3), 83-101.

Fernández, C; Sampieri, R. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México: Mc Graw-Hill.

Gilbert JK, Boulter CJ, Elmer R. (2004) Modelos y modelado: rutas hacia una educación científica más auténtica. *Revista Internacional de Educación Científica y Matemática*, 2(2), 115-130.

Goldbach, T., Dysarz Pereira, F., Sardinha, R., Papoula, N. y Da Cardona, T. (2009). Repensar la enseñanza de la genética: levantamiento y análisis de la producción académica en el área de enseñanza de las ciencias y la biología en Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 1830-1834.

Gómez, A. (2011). La enseñanza de la biología en educación básica: Modelización y construcción de explicaciones multimodales. *Bio - Conferencias*, 1(1), 521-532.

Gonçalves, R; Teixeira, M; Costa, A. (2019) Encuesta y análisis del uso de experimentos en la enseñanza de las ciencias en contextos de investigación *Revista Educación, Umuarama*, (9),7-28.

González, M; Dueñas, M (2017) metodologías activas para la enseñanza y el aprendizaje. *Revista panamericana de pedagogía*, 25(1), 271-275.

Guerra, M (2014). Análisis de planeación didáctica. Introducción a la didáctica. Centro de investigación y de estudios avanzados de Monterrey.

Izquierdo, M. y Adúriz A. (2005) Los modelos teóricos para la ciencia escolar: Un ejemplo de química. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 1-4.

Izquierdo, M. (2007) Enseñar Ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las ciencias sociales: revista de investigación*, 6(1), 125-38.

Johnson, P. (1983). *Modelos mentales: hacia una ciencia cognitiva del lenguaje, la inferencia, y la conciencia*. Massachusetts: prensa universidad de Harvard.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de

modelos. *Revista enseñanza de las ciencias*, 24(2), 178-181.

Molina-Andrade, A. (2017). Algunas aproximaciones a una perspectiva intercultural: Entre discursos generales de la educación y específicos centrados en la naturaleza de lo que se quiere enseñar. *Tecné Episteme Didaxis TED*, (42),7-21.

Moraga, M; Pezo, P; De Saint, M. (2016). El genoma de herencia uniparental en el estudio de las poblaciones fundadoras. S. Berríos(ed). *El ADN de los chilenos y sus orígenes genéticos* (pp.37-60). Santiago: Universitaria.

Moreira, M. (2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y Práctica*. Madrid: Visor.

Occelli, M., Pomar, S. y Gómez Galindo, A.A. (2022). Modelizar y construir representaciones externas sobre la síntesis de proteínas: un estudio de diseño en la escuela secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 42(1), 119-136.

Parga, L.; Piñeros, C. (2018). "Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados",29(1),145-178.

Pires, R. G.; De Araújo, M. S. T.; Amaral, C. L. C. (2019) Relevamiento y análisis del uso de experimentos en la enseñanza de las ciencias en contextos investigativos. *Revista Educación*, 19(1), 7-28.

Piaget, J. (1936). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Madrid: Aguilar, 1972.

Piaget, J. (1967). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Crítica, 2003.

Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI de España.

Pino, M. y Montanares, E. (2019). Evaluación comunicativa y selección de contenidos en contextos escolares vulnerables chilenos. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 21(1), 1-12.

Pozo, J. (1996). *Teorías cognitivas del Aprendizaje*. España: Morata.

Pozo, J. (2002). *Nuevas Formas de Pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: GRAÓ de IRIF.

Quilaqueo, D. y Quintriqueo, S. (2017). Métodos educativos mapuche: Retos de la doble racionalidad educativa: Aportes para un enfoque de educación intercultural. 1.ª ed. Temuco: Universidad Católica de Temuco.

Rothhammer, F. (2014). Geografía genética de Chile. Distribución regional de los aportes genéticos, americanos, europeos y africanos. *Revista médica de Chile*, 142(3), 281-289.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, (1), 239-276.

Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje* (pp. 97-115). A. Kozulin (Ed.). Barcelona: Paidós.

Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*.

Barcelona: Crítica.

Young, D; Tamir, P. (1977). Finding Out What Students Know. *Science Teacher*, 44 (6), 27-28.