



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PEDAGÓGICOS

Estrategias constructivistas para la enseñanza de la ciencia: Caracterización de la percepción de estudiantes de enseñanza media sobre la estrategia de modelización.

Seminario para optar al título
Profesor en Educación Media en Biología y Química.

NICOLÁS MAXIMILIANO HERRERA SOTO.

Profesor Guía: Dr. Roberto Enrique Arias Arce.

29 de diciembre de 2023.

Santiago, Chile.

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a mi madre, mi pilar fundamental, quien me ha respaldado a la distancia en los momentos de angustia y felicidad. Siempre me esperó con un plato de comida caliente al regresar en las madrugadas de cada fin de semana. Hizo lo imposible por apoyarme, moviendo cielo, mar y tierra. Sin duda, este trabajo de 5 años no habría sido posible sin ti.

En segundo lugar, quiero dedicar mi agradecimiento a mi querida Mamá Paty, mi abuela. A pesar de sus años, nunca perdió la fe en mí. Quien es capaz de sacrificar sus propias comidas para asegurarse de que a mí no me falte nada. La que siempre antes de regresar a Santiago, discretamente me pasaba billetes arrugados por debajo de la mesa para que nadie lo notara y me susurraba “no le diga a nadie”. Te agradezco por enseñarme todo lo que has podido y por nunca perder la esperanza en mí.

En tercer lugar, mi agradecimiento se extiende a toda mi familia de sangre y a aquella que la vida ha convertido en mi familia. Les agradezco por su apoyo incondicional, los buenos momentos compartidos y los días de distracción que me ofrecieron cuando lo único que deseaba era apartarme de la universidad.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a mis amigos, tanto aquellos que me han acompañado desde la época escolar, universitaria y del laboratorio, como a aquellos con los que el destino nos llevó por caminos distintos. Ustedes han sido testigos de mi lado más angustiante, triste y depresivo, el mismo que ocultaba a mi familia para no causarles preocupación. Siempre he recibido de ustedes un apoyo incondicional, y eso significa el mundo para mí.

INDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
PROBLEMATIZACIÓN.....	8
OBJETIVO GENERAL:	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	11
MARCO TEÓRICO.....	12
LA ENSEÑANZA TRADICIONALISTA.	12
LA ENSEÑANZA CONSTRUCTIVISTA.....	13
LOS MODELOS.....	15
EL VALOR EN EL AULA.....	15
ACEPCIONES DE LA MODELIZACIÓN	16
LA ESTRATEGIA DE MODELIZACIÓN.....	17
METODOLOGÍA.....	19
PARADIGMA.....	19
MÉTODO	21
SELECCIÓN DEL CASO	22
ELABORACIÓN DE LAS PREGUNTAS	23
DATO.....	26
INSTRUMENTO DE CATEGORIZACIÓN	27
RESULTADOS	29
OBJETIVO 1: CARACTERIZAR LA PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA MODELIZACIÓN.	29
OBJETIVO 2: INTERPRETAR LAS IDEAS DE LOS ESTUDIANTES EN RELACIÓN A LA MODELIZACIÓN.....	32
CONCUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA	42

Resumen

En esta investigación se propone como objetivo general, comprender la percepción de la estrategia de modelización en los escolares de educación mediante la enseñanza de las ciencias a través de un estudio intrínseco de casos donde se combinará tanto un análisis cuantitativo para caracterizar la percepción de los estudiantes sobre la modelización, como también un análisis cualitativo para interpretar las ideas de los estudiantes en relación a la modelización.

En relación a la metodología y rescate de datos, se seleccionó a 5 estudiantes pertenecientes a IIIº año de enseñanza media como objeto de estudio, la investigación se realizó mediante una entrevista estructurada que buscaba rescatar la percepción de los estudiantes sobre la modelización en función de 2 ejes centrales: “La función de modelos” y “El valor de la modelización”. El análisis de estas entrevistas se realizó mediante un instrumento de codificación con sus categorías e indicadores correspondientes. Al mismo tiempo, la interpretación de los resultados se realizó considerando el contexto y sentido del indicador presente en el discurso.

Como resultados, la percepción de los estudiantes sobre la modelización involucra fuertemente la visualización de los modelos como herramientas visuales, que tienen como finalidad explicar, describir y en menor medida predecir un fenómeno, dichos modelos permiten simplificar fenómenos complejos en partes más simples y digeribles por los estudiantes, también, permite el entendimiento y comprensión de lo que quiere explicar el modelo. Por otro lado, y en menor medida, los estudiantes se refieren a los modelos como una herramienta de predicción y reconocen trabajar con algunas de las tres dimensiones de la modelización: uso, construcción y comparación de modelo.

Introducción

Durante mi etapa como escolar de enseñanza media, entre los años 2015 y 2018, recuerdo claramente las clases de ciencias que presencié en las asignaturas de Química, Biología y Física, estas clases se reducían a una pizarra completamente llena de toda la información que debía tener el cuaderno y presentaciones con diapositivas donde se exponía la información necesaria de la clase. Mis profesores y profesoras adquirían principalmente un rol transmisivo, dictando lo que debíamos de aprender y solicitando la realización de actividades que generalmente consistía en leer el libro de la asignatura, contestar preguntas y pruebas escritas, centrándose en resultados tangibles y la memorización, ignorando la existencia de herramientas didácticas y descuidando los procesos cognitivos detrás del aprendizaje, característico del paradigma conductista (Ertmer y Newby, 1993). Esto nos obligaba, como estudiantes, a asumir un rol pasivo dentro de la clase.

El nulo uso de herramientas didácticas como modelos o de estrategias didácticas como la modelización se traducía, para mí, como la dificultad para comprender ciertos conceptos y la incapacidad de visualizarlos mentalmente, como por ejemplo el concepto proteína, que entendí ya en la educación universitaria.

Desde un punto de vista crítico, y considerando mis aproximaciones en la etapa universitaria a herramientas didácticas como los modelos, me comencé a cuestionar por qué no se implementaban este tipo de herramientas didácticas en mi etapa escolar, obteniendo como respuesta el, en ese entonces, prevaleciente modelo conductista en la enseñanza tradicional de las ciencias. Sin embargo, en la actualidad, los sistemas educativos están promoviendo el paso desde un modelo conductista a la adopción del modelo de enseñanza

constructivista, el cual aborda las carencias asociadas al modelo conductista (Castellaro, M. y Peralta, N., 2021), el cual ha sido foco de críticas en el último tiempo.

Los modelos se relacionan directamente con la estrategia didáctica de modelización bajo el paradigma constructivista. En literatura, los modelos se han caracterizado como representaciones de un objeto, realidad, sistema o fenómenos que son empleados con la finalidad de describir, explicar o predecir el comportamiento de la parte del mundo real a que hacen alusión (Gilbert et al., 2000; Adúriz-Bravo, 2012). Al mismo tiempo, en la literatura, los modelos son considerados como valiosas herramientas didácticas que facilitan a las personas incorporar, comprender y conceptualizar fenómenos complejos y comunicar ideas y pensamiento de una forma efectiva (Gilbert et al., 2000; Galagovsky, & Adúriz-Bravo, 2001; Adúriz-Bravo, 2012; Ríos et al., 2016; Aragón et al., 2018). Sin embargo, es importante destacar y considerar que en la literatura, se han llegado a estas caracterizaciones en gran medida a partir de experiencias de profesores (Molina, 2017), secuencias de enseñanza y aprendizajes de profesores y análisis del currículum escolar (Aragón et al., 2018), procesos donde no se considera la percepción del estudiante frente a la modelización. Por este motivo, resulta relevante indagar y comprender la percepción de los estudiantes escolares de educación media en relación a la estrategia didáctica de modelización, caracterizando en primer lugar la percepción de los estudiantes para luego, en segundo lugar, interpretar las ideas de los estudiantes.

Para llevar a cabo esta investigación, se consideró las directrices investigativas pertenecientes al paradigma interpretativista, lo que implica la comprensión de la realidad a partir de un caso en particular (Bisquerra, 2009). Al mismo tiempo, esta investigación utiliza como método el estudio de caso intrínseco, el cual se centra en la particularidad y complejidad del propio caso, sin buscar generalizaciones (Stake, 1998). El caso se constituye

por cinco estudiantes de enseñanza media, con ciertas características en común, pertenecientes a un establecimiento particular ubicado en la comuna de La Florida, Santiago.

Para el rescate de datos, se utilizó una entrevista estructurada, ya que tiene como propósito, dar a conocer opiniones, ideas y percepciones de los entrevistados (Wood y Smith, 2018), mediante preguntas específicas e inmutables previamente construidas, sin dar lugar a nuevas preguntas esporádicas (Bisquerra, 2009), de esta forma, evitando obtener datos sesgados.

El análisis llevado a cabo corresponde a una metodología tanto cuantitativa como cualitativa, específicamente a un análisis de contenido con la intención de realizar inferencias e interpretar los datos posteriormente (Bisquerra, 2009).

Problematización

Considerando mi experiencia como estudiante escolar y como practicante, los docentes, tanto en aquel entonces como en gran parte de la actualidad, han otorgado una importancia desmedida a "pasar la materia" en lugar de enfocarse en la comprensión y significado de los aprendizajes. Esto condujo a que nuestra meta como estudiantes en ese entonces fuera la memorización de una gran cantidad de contenidos para luego plasmarlo en las evaluaciones escritas y así obtener el deseado 7.0, sin promover la metacognición.

Durante mi etapa como estudiante, fui testigo de las prácticas asociadas al modelo conductista de enseñanza, que se centra en la medición de comportamientos observables, respuestas específicas a estímulos, resultados tangibles y la memorización (Ertmer y Newby, 1993). Este enfoque descuida por completo los procesos cognitivos y la comprensión de la mente. Además, se caracteriza por un proceso unidireccional de profesor a alumno, con el objetivo final de acumular contenidos curriculares en la mente de los estudiantes, como señala Gimeno y Pérez (1992, citado en Geijo, 2008). Este enfoque ha sido objeto de críticas por su naturaleza reduccionista y deshumanizante.

Estas prácticas deficientes, junto con la falta de contextualización de los contenidos y la enseñanza propedéutica característica del modelo conductista, daban lugar al conocido fenómeno del "materia pasada, materia olvidada", descripción que usaban los propios profesores para ilustrar nuestra incapacidad de recordar contenidos de años anteriores, lo cual, paradójicamente, no fomentaban y les molestaba.

Considerando lo expuesto, creo firmemente que el proceso de enseñanza y aprendizaje requiere un cambio en el modelo de enseñanza utilizado en las aulas de nuestro

país. Actualmente, se promueve la adopción del modelo de enseñanza constructivista, el cual aborda las carencias mencionadas del conductismo (Castellaro, M. y Peralta, N., 2021).

El constructivismo reconoce el aprendizaje como una actividad mental en la cual se generan significados a partir de experiencias e interacciones individuales en contextos que resultan significativos, según lo explica (Cepeda et al., 2018). Aunque el currículo nacional actual no se adscribe explícitamente a un modelo de enseñanza, al analizarlo, se pueden identificar elementos asociados al modelo constructivista, como han señalado (Ulate, 2012; Ruz-Fuenzalida, 2020).

Es fundamental destacar que, aunque respaldo la consolidación del modelo constructivista en la enseñanza, lo considero como una meta que debe alcanzarse a través de un proceso gradual y no como un cambio súbito en la pedagogía, como suele ser el enfoque de muchos docentes. Esta idea se sustenta en mi observación de la "disposición a aprender y/o pensar" que he notado en los estudiantes durante mis distintas prácticas. Fragmentos extraídos de mis notas de campo reflejan su reluctancia a pensar:

"...Que flojera pensar...", "...Profe, dígame usted la respuesta...", "...Profe, no quiero pensar...", "...Usted es el único profesor que no da las respuestas, me obliga a pensar..."

En mi experiencia como estudiante, y en relación con la comprensión de los contenidos, debo destacar que resultaba bastante difícil comprender y visualizar mentalmente conceptos como "proteína". Esto era esperable, considerando que la única "herramienta didáctica" utilizada para abordar este concepto era una presentación de diapositivas que constaba únicamente de texto. En ese entonces, culpaba al currículum ministerial educativo, ya que lo veía como el conjunto de reglas sobre cómo enseñar. Sin embargo, más adelante en

mi etapa universitaria comprendí que esta carencia se debía más a la falta de herramientas didácticas para la enseñanza, un aspecto que se vincula con el enfoque conductista.

Mi concepción de una proteína se limitaba a su existencia en la célula y mi visualización mental era la de una “esfera sólida extremadamente pequeña”, casi como si se tratara de un átomo. No obstante, logré comprender y visualizar este concepto de manera más efectiva en la etapa universitaria, gracias al constante uso de herramientas, como imágenes y modelos, por parte de los académicos, complementando sus clases y facilitando la comprensión de conceptos complejos.

El uso de modelos como herramienta didáctica se ajusta a la estrategia de modelización, que es una parte esencial del paradigma constructivista de enseñanza. La modelización promueve la comprensión y visualización de conceptos, una habilidad fundamental que los estudiantes deben adquirir, especialmente aquellos interesados en disciplinas científicas, dado que gran parte de la información se presenta de forma visual (Rigsby, R. y Parker, B., 2016).

En este contexto, la modelización se convierte en un enfoque central, girando en torno a la creación y optimización de modelos. Esta estrategia es esencial tanto para generar conocimiento científico como para el desarrollo cognitivo de los estudiantes, tal como destaca Oliva (2014).

La modelización se posiciona bajo la pedagogía constructivista y se considera una estrategia complementaria a otras metodologías educativas, como la indagación científica, el cambio conceptual, la investigación basada en problemas y el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Considerando lo anterior, resulta importante e interesante indagar sobre la visión de los estudiantes de enseñanza media sobre la modelización dentro del aprendizaje tradicional de la ciencia.

Pregunta de Investigación: ¿Cuál es la percepción de estudiantes de enseñanza media frente a la modelización en el contexto del aprendizaje tradicional de las ciencias?

Objetivo General: Comprender la percepción de la estrategia de modelización en los escolares de educación media ante la enseñanza de las ciencias.

Objetivos Específicos:

- Caracterizar la percepción de los estudiantes sobre la modelización.
- Interpretar las ideas de los estudiantes en relación a la modelización.

Marco Teórico

En este apartado se abordarán dos paradigmas educativos fundamentales: la Enseñanza Tradicionalista y la Enseñanza Constructivista, considerando las características de ambas y centrándonos en el concepto modelo, su valor en el aula, las diversas acepciones de la modelización y como estas se relaciona con la Estrategia Didáctica de Modelización.

La Enseñanza Tradicionalista.

La enseñanza tradicionalista, comúnmente asociada al paradigma conductista, se caracteriza por ser una forma de enseñanza más enfocada en el profesor, quien se asume como la fuente principal de conocimiento, donde cumple un rol transmisivo, y al mismo tiempo, los estudiantes cumplen un rol receptivo, participando constantemente en una dinámica donde el profesor le transmite los conocimientos unidireccionalmente a los estudiantes, los que tienen como objetivo acumular la mayor cantidad de contenidos curriculares en su mente (Gimeno y Pérez, 1992).

Es importante destacar que los procesos de memorización y repetición son características relevantes de la enseñanza tradicional, ya que se enfoca principalmente en la retención de información y no en la comprensión y significatividad de esta, es decir, este enfoque de enseñanza no valora los procesos cognitivos y de comprensión de la mente de los estudiantes (Ertmer y Newby, 1993).

En tanto a la metodología de evaluación, la enseñanza tradicionalista al centrarse en una metodología expositiva, evalúa comúnmente el “aprendizaje” del estudiante mediante una evaluación reproductiva, la que tiene como objetivo principal comprobar el aprendizaje, o memorización, de los conceptos expuestos (Contreras, 2016).

En la actualidad ya es sabido que las mentes de los estudiantes no son papeles en blanco como propuso Francis Bacon en el siglo XVI, donde expone el método inductivo en los procesos de aprendizaje (Cattaneo, sf; Hernández, 2008 y Soto y Bernardini, 2007 citado en Ulate, R. 2012). Hasta la fecha, numerosos estudios indican que el paradigma dominante en la educación corresponde al paradigma conductista, el cual se caracteriza por centrarse en la medición de comportamientos observables, resultados tangibles, memorización y la respuesta específica ante estímulos (Ertmer y Newby, 1993), lo que ha provocado ser objeto de críticas debido a su naturaleza reduccionista, deshumanizante y no considerar los procesos cognitivos que se involucran en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La Enseñanza Constructivista.

La enseñanza constructivista, contraria a la conductista, considera que el conocimiento no es una copia exacta de la realidad, sino una construcción del ser humano (Carretero, M. 2002) y reconoce al proceso de enseñanza y aprendizaje como un proceso en el cual los estudiantes trabajan de forma activa para construir su propio conocimiento mediante experiencias y actividades, es decir, se involucran activamente en la construcción de su propia comprensión (Requena, 2008). Al mismo tiempo, destaca la relevancia de las interacciones del estudiante con su entorno, lo que puede incluir experiencias, experimentación y exploración activa de su entorno (Carretero, M. 2022). Paralelamente, valora la interacción social al ser necesaria para la construcción social del conocimiento a través de colaboraciones, discusiones, trabajo grupal, etc. (Pérez, 2012).

En la enseñanza constructivista, tanto el profesor como los estudiantes se despojan de los roles transmisivos y receptivos dentro de la dinámica de trabajo del proceso de enseñanza

y aprendizaje, en otras palabras, el profesor ya no se considera como el centro principal del proceso, lo que no quiere decir que desaparezca del mismo, se convierte en un tutor o guía dentro del proceso y al mismo tiempo, el estudiante pasa a ser partícipe de la construcción de su propio conocimiento (Bernheim, 2011).

Este paradigma fomenta el uso de distintos tipos de herramientas didácticas, teniendo como opción desde el tradicional libro de texto escolar hasta material digital, videos, modelos, programas, softwares, artículos, entre otros, con la finalidad de entregar diversas herramientas para la construcción de su conocimiento de una forma significativa, la tecnología se integra junto al constructivismo para promover el aprendizaje activo (Moreno, 2000).

En relación con los aprendizajes, es relevante que estos sean significativos para el estudiante, es decir, un aprendizaje se vuelve significativo cuando el estudiante, considerado como el constructor de su propio conocimiento, establecer relaciones entre los conceptos nuevos y les da sentido mediante el uso de los conocimientos o estructuras conceptuales ya existentes (Trenas, 2009)

Por último, dentro del enfoque de enseñanza constructivista destacan diversas estrategias de enseñanza, que se caracterizan a grandes rasgos por las metodologías de trabajo y herramientas didácticas. Dentro de estas estrategias podemos encontrar la Alfabetización, ABP, Cambio Conceptual, Indagación, y Modelización, esta última tomando mucha importancia al involucrar las diversas dimensiones del trabajo con modelos y al ser la base de este estudio.

Los Modelos.

Antes de abordar la estrategia de modelización, es importante hablar sobre el concepto base de esta estrategia constructivista y la didáctica de las ciencias, los modelos. Los modelos poseen un papel fundamental tanto en el mundo de la ciencia como en la educación (Gilbert et al., 2000) al relacionar el mundo natural con la teoría (Morrison y Morgan, 1999), el concepto modelo, al ser una palabra polisémica se utiliza con diversos significados (Harrison y Treagust, 2000).

En Ciencias Sociales, puede ser utilizado para referirse a teorías sociológicas o representaciones simbólicas que ayudan a entender y analizar el comportamiento humano; En Ingeniería y Tecnología, se puede referir a prototipos físicos, simulaciones y representaciones gráficas; En Ciencias Naturales, puede aludir a la representación de teorías o hipótesis de fenómenos naturales, o ecuaciones que describen relaciones y patrones. Queda claro la diversidad de alusiones que puede tener el concepto, por lo que sería relevante considerar una definición para esta investigación (Adúriz-Bravo, 2012; Gutiérrez, 2014; Chamizo, 2010; Harrison y Treagust, 2000).

La definición de modelo que utilizaremos corresponde a la representación de un objeto, realidad, sistema o fenómeno, con la intención de describir, explicar o predecir el comportamiento de la parte del mundo real al que hace alusión (Gilbert et al., 2000; Adúriz-Bravo, 2012).

El Valor en el Aula.

Los modelos son considerados como herramientas valiosas que permiten a personas incorporar, comprender y conceptualizar fenómenos complejos y comunicar ideas y

pensamiento de una forma efectiva. A continuación se exponen los aportes de los modelos dentro del aula que los vuelve tan valiosos en el proceso de enseñanza y aprendizaje:

- Simplificación de conceptos: Los modelos permiten simplificar fenómenos complejos, manteniendo aspectos claves y filtrando detalles innecesarios, ayudando a identificar relaciones, conexiones y patrones que no son evidentes, es decir, los modelos son una representación mucho más manejable y comprensible de un fenómeno (Galagovsky, & Adúriz-Bravo, 2001).
- Predicción y simulación: Los modelos facilitan identificar variables críticas y establecer relaciones entre ellas, lo que permite predecir el comportamiento de algún fenómeno en estudio (Ríos et al., 2016).
- Construcción activa del conocimiento: Los modelos fomentan la participación activa de los estudiantes en el proceso de construcción del conocimiento al interactuar (usar, construir y/o comparar) con modelos (Aragón et al., 2018).
- Desarrollo del pensamiento crítico: El analizar, cuestionar y reflexionar sobre los modelos que están usando o creando promueve el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico (Aragón et al., 2018).

Acepciones de la modelización

En la literatura existente, las propuestas del proceso de enseñanza y aprendizaje que dicen centrarse en la estrategia de modelización regularmente no presentan un marco esclarecido y específico que permita dar una idea sobre las prácticas y discursos didácticos que están asociados a un enfoque de modelización (Campbell et al., 2015).

Campbell et al. (citado en Oliva, J. 2019), propone rasgos o pedagogías de modelización como un esfuerzo para aportar a la comprensión de la modelización como enfoque didáctico:

- Modelización expresiva: Los estudiantes describen o explican fenómenos mediante la creación de nuevos modelos o el uso de modelos existentes.
- Modelización exploratoria: Los estudiantes investigan las características de un modelo preexistente participando de este y observando sus efectos.
- Modelización experimental: Los estudiantes formulan hipótesis y predicciones a partir de modelos, poniéndolos a prueba.
- Modelización evaluativa: Los estudiantes comparan modelos alternativos que tratan el mismo fenómeno o problema, evalúan sus ventajas y limitaciones, y seleccionan el más apropiado.
- Modelización cíclica: Los estudiantes participan en ciclos completos de modelización.

La Estrategia de Modelización.

Recordando que el concepto modelo es empleado con distintos significados, puede ser por ello que la noción de modelización también se emplee con diferentes significados, como se observa en la diversidad terminológica presente en la literatura por distintos autores, para referirse a la estrategia: instrucción basada en modelos, enseñanza basada en modelos, aprendizaje basado en modelos, enseñanza basada en la elaboración de modelos, aprendizaje basado en modelización o simplemente modelización (Aragón et al., 2018). Es por esto que surge la necesidad de esclarecer la noción que tendremos de la estrategia de modelización.

La modelización la veremos como un proceso de enseñanza y aprendizaje que es acompañado con el trabajo con modelos, al utilizarlos, construirlos, compararlos y/o mejorarlos (Justi y Gilbert, 2002).

La estrategia de modelización como enfoque educativo, por un lado requiere de un conjunto de decisiones que debe adoptar el profesor para promover una evolución progresiva en los modelos de los estudiantes. Estas decisiones abordan desde la selección de contenidos que se deben enseñar hasta la forma en cómo se debe organizar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Oliva, J., 2019). Por otro lado, la modelización se liga estrechamente al proceso de indagación en el aula, demandando un trabajo activo y reflexivo por parte del estudiantes y un rol de monitorizado para profesor. Por último, la estrategia de modelización permite la posibilidad de plasmar metodológicamente la idea de modelizar en actividades concretas y progresivas donde se puede evidenciar la progresión de la complejización en los conceptos de los estudiantes.

En los últimos años, la actividad y estrategia de modelización ha ganado la atención de investigadores en didáctica de las ciencias (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009), es más, actualmente ha comenzado a considerarse como una habilidad que emerge desde la educación científica o como una dimensión de las competencias científicas (Aragón et al., 2018).

Metodología

Paradigma

Según Kuhn (1977) existen diversos “paradigmas” o formas de percibir y analizar la realidad, sin argumentos lógicos que demuestren la superioridad de unos sobre otros (Bisquerra, 2009). El término “paradigma” es originado por Kuhn en 1962, con el propósito de hacer alusión a las diversas formas de hacer ciencias por parte de las comunidades científicas. En otras palabras, un “paradigma” en el contexto de la investigación educativa, corresponde a un punto de vista o forma de ver, analizar e interpretar el proceso educativo que poseen los miembros de una comunidad científica y que se caracteriza por el hecho de que científicos y prácticos comparten un conjunto de valores , postulados, fines, normas, lenguajes, creencias y formas de percibir y comprender los procesos educacionales (De Miguel, 1988).

Corbetta (2007) sugiere la actual prevalencia de 3 paradigmas pertenecientes a la investigación social correspondiente al paradigma positivista, post-positivista y el interpretativo, además, Lincoln y Guba, (1985, citado en Corbetta, 2007), se plantean cuestiones básicas y características de los paradigmas: La manera de ver y entender la realidad educativa (la dimensión ontológica), el modelo de relación entre quién investiga y dicha realidad (la dimensión epistemológica) y el modo en que podemos obtener conocimiento de dicha realidad (la dimensión metodológica).

Tabla 1: Caracterización de los paradigmas de investigación.

	Positivismo	Postpositivismo	Interpretativismo
Ontología	Realismo ingenuo: la realidad social es real y conocida (como si se tratara de una cosa).	Realismo crítico: la realidad social es real, pero conocida sólo de un modo imperfecto y probabilístico.	Constructivismo: el mundo conocido es el de los significados atribuidos por los individuos. Relativismo: estas realidades construidas varían en la forma y en el contenido entre individuos, grupos, culturas.
Epistemología	Dualismo/objetividad. Resultados ciertos. Ciencia experimental en busca de leyes. Objetivo: explicación. Generalización: leyes inmutables.	Dualismo/objetividad modificados. Resultados probablemente ciertos. Ciencia experimental en busca de leyes. Multiplicidad de teorías para un mismo hecho. Objetivo: explicación. Generalización: leyes provisionales, susceptibles de revisión..	Ausencia del dualismo/objetividad. El investigador y objeto de investigación están relacionados entre sí. Ciencia interpretativa en busca de significado. Objetivo: Comprensión. Generalizaciones: enunciados de posibilidad; tipo ideales.
Metodología	Experimental-manipuladora. Separación del observador-observado. Técnicas cuantitativas. Análisis por variables	Experimental-manipuladora. Predomina el método deductivo. Técnicas cuantitativas, sin descartar las cualitativas. Análisis por variables	Interacción empática entre investigador y objeto de investigación. Interpretación. Interacción observador-observado. Inducción. Técnicas cuantitativas, sin descartar las cualitativas. Análisis por casos.

Elaborado por Corbetta (2007).

Como se indica en la tabla, Corbetta (2007), describe técnicas o metodologías cuantitativas asociadas a las investigaciones sociales que se rigen por un paradigma interpretativista.

Por otro lado, Bisquerra (2009), señala a la metodología cuantitativa como una perspectiva holística, donde no está presente el juicio del investigador, se comprende a la(s)

persona(s) dentro de su marco de referencia y, todos los escenarios y personas son dignas de estudio.

A partir de esto, la investigación se enmarcará dentro de un paradigma interpretativista.

Método

Considerando las características descritas por Corbetta (2007) y Bisquerra (2009), la presente investigación se enmarca dentro de un estudio de caso con un análisis del tipo mixto, es decir, cuantitativo y cualitativo. Bisquerra (2009) define la finalidad del estudio de caso como la comprensión de cómo funcionan todas las partes del caso para generar una hipótesis, aventurándose a niveles explicativos dentro de un contexto natural y concreto. Según McKerman (2001, citado en Araneda, 2008), el estudio de caso corresponde a investigaciones centradas en características profundas y del propio objeto de estudio.

Stake (1998) reconoce la existencia de tres clasificaciones del estudio de caso según el objetivo fundamental que persiguen, identificando tres modalidades:

- Estudio intrínseco de casos: Tiene como objetivo básico la comprensión del caso en sí mismo. La investigación tiene el interés de aprender sobre el caso en particular y no de generar alguna teoría ni la generalización de los datos.
- Estudio instrumental de casos: Propone como objetivo analizar un caso para tener una mayor claridad del aspecto teórico o tema y se ve al caso como un instrumento con fines indagatorios .
- Estudio colectivo de casos: Se centra en investigar un fenómeno o población general a partir del estudio de varios casos.

Si bien, esta investigación comparte características con las tres modalidades, esta se enmarca principalmente dentro del estudio intrínseco de casos ya que nos permitirá comprender el caso seleccionado, existiendo un interés intrínseco por el propio caso y considerando que nuestra finalidad no corresponde a generar una generalización del propio.

Montero y León (2002, citado en Bisquerra, 1998) mencionan cinco fases en el desarrollo de un estudio de caso:

- La selección y definición del caso.
- La elaboración de una lista de preguntas.
- La localización de la fuente de datos.
- El análisis y la interpretación.
- La elaboración del informe.

Selección del caso

En esta sección, Montero y León (2002, citado en Bisquerra, 1998) indican que se selecciona el caso y además se define, identificando y caracterizando a los sujetos que pueden ser fuente de información. Para esta investigación, se seleccionaron 5 estudiantes a través de un muestreo de tipo casual y seleccionados por accesibilidad (Bisquerra, 2009). Los estudiantes comparten las siguientes características en común:

- Pertenecen a III° de enseñanza media.
- Poseen edades entre 17 y 18 años.
- Proviene de un mismo establecimiento.
- Proviene de la zona sur oriente de la ciudad de Santiago.

Siendo seleccionados como sujetos representativos para la caracterización de su percepción sobre la modelización.

Considerando a los estudiantes seleccionados, nos permite asociarlos a un establecimiento particular subvencionado ubicado en la comuna de La Florida, cuyo valor mensual supera los \$100.000 CLP y su índice de vulnerabilidad escolar (IVE) es de un 50%. Este establecimiento posee una orientación laica y su proyecto educativo pone énfasis en el desarrollo integral, excelencia académica y es de carácter valórico-religioso (Mineduc, 2023).

Elaboración de las preguntas

La entrevista corresponde a una técnica cuya finalidad es rescatar información de forma oral y personalizada, sobre acontecimientos vividos y aspectos subjetivos del objeto de estudio como las creencias, las opiniones, las actitudes, en relación a la situación que se está estudiando (Bisquerra, 2009).

Este mismo autor, reconoce distintas modalidades de entrevistas, donde se pueden clasificar según su estructura y diseño: estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas.

- Estructuradas: Esta modalidad considera la planificación previa de la batería de preguntas por parte del investigador, quien sigue un guion preestablecido, secuenciado y dirigido. Esta modalidad deja poco margen para que el entrevistador pueda añadir comentarios, hacer apreciaciones o salirse del guion.
- Semiestructuradas: Para esta modalidad el investigador determina con anterioridad cuál es la información relevante que necesita obtener. Las preguntas utilizadas son de

tipo abiertas, y el investigador debe de estar muy atento para profundizar en ocasiones que puedan ser beneficiosas para su investigación.

- No estructuradas: En esta modalidad, la entrevista se realiza sin un guion previo, donde los referentes para el investigador son los temas o ámbitos informativos. La entrevista se va construyendo simultáneamente considerando las respuestas que el entrevistado va proporcionando.

Para esta investigación, se realizó una entrevista a los cinco estudiantes seleccionados como objeto de estudio, esta entrevista fue de modalidad estructurada para evitar la obtención de respuestas sesgadas.

La entrevista se construyó considerando preguntas que extrajeron de los objetivos de esta investigación con la finalidad de cubrir los propios objetivos. Las preguntas estuvieron centradas a los objetivos específicos de los cuales se extrajeron distintas preguntas bases que se descompusieron en preguntas más simples, que individualmente podría rescatar parte de la información que pudiese rescatar la pregunta base, pero que en conjunto entregan una visión más completa. Su construcción se detalla a continuación:

Pregunta Base 1: ¿Qué concepción tienes sobre el concepto de modelización en el contexto de tu educación?.

En la literatura se confirma la existencia de diferentes acepciones y dimensiones para referirse al concepto de modelización que emplean diversos autores Aragón et al. (2018). Resulta interesante caracterizar cuál o cuáles de las acepciones y dimensiones descritas se presentan en el discurso de los estudiantes. Por lo tanto, la primera pregunta tiene como finalidad determinar la concepción de los estudiantes en relación al concepto de modelización.

Pregunta Base 2: ¿Cómo crees que la modelización se relaciona con la construcción activa de tus conocimientos y/o comprensión?

La teoría constructivista postula que los estudiantes aprenden mejor cuando participan activamente en la construcción de su comprensión, en lugar de simplemente absorber información de un profesor o un libro de texto (Aragón et al., 2018). En este contexto, la modelización se alinea con los principios constructivistas, ya que implica que los estudiantes creen y manipulen modelos conceptuales para representar y comprender fenómenos o conceptos. Es de gran interés explorar si lo propios estudiantes pueden percibir cómo la modelización les permite y fomenta ser participantes activos en su proceso de aprendizaje y comprensión.

Pregunta Base 3: ¿Has enfrentado desafíos o dificultades al utilizar la modelización como estrategia de aprendizaje? ¿puedes describir alguno de estos desafíos?

Identificar y reconocer las barreras que perciben los estudiantes al utilizar la modelización puede proporcionar valiosa información sobre ámbitos donde los estudiantes pueden necesitar apoyo adicional e incluso donde la estrategia podría demandar un ajuste (Pastor, C. 2018).

Pregunta Base 4: ¿Has tenido experiencias previas con actividades de modelización en el aula? Si es así, ¿puedes describir alguna de esas experiencias?

Resulta interesante ahondar sobre las experiencias previas de los estudiantes con actividades que involucren la modelización. Al mismo tiempo, las respuestas pueden aclarar aspectos como ¿qué consideran como modelo?, ¿qué tan seguido los profesores utilizan la modelización?, etc.

Tabla 2: Construcción de preguntas base y simplificadas a partir del objetivo específico.

Objetivo Específico	Pregunta Base	Preguntas Simplificadas
Caracterizar la percepción de los estudiantes sobre la modelización.	1.¿Qué concepción tienes sobre el concepto de modelización en el contexto de tu educación?	1.A.¿Qué entiendes por modelo?
		1.B.¿Qué entiendes por modelización?
		1.C.¿Qué crees que es una ecuación química?
		1.D.¿Para qué crees que sirve una ecuación química?
		1.E.¿Por qué crees que una ecuación química podría corresponder a un modelo?
		1.F.¿Cuál crees que puede ser el valor para la enseñanza de la ciencia de estos tres elementos en una clase?
	2.¿Cómo crees que la modelización se relaciona con la construcción activa de tus conocimientos y/o comprensión?	2.A.¿Cómo crees que el trabajo con modelos te permite aprender de forma autónoma/independiente?
		2.B.Al trabajar con una representación de una proteína, según tú, ¿De qué forma te permite aprender de una manera autónoma/independiente?
	3.¿Has enfrentado desafíos o dificultades al utilizar la modelización como estrategia de aprendizaje? ¿puedes describir alguno de estos desafíos?	3.A.En alguna clase ¿crees haber trabajado con modelos o representaciones?
		3.B.¿Qué tan seguido has trabajado en clases con representaciones para facilitar la comprensión de un contenido?
		3.C.¿Qué desafíos o dificultades crees que se te han presentado al trabajar con modelos?
		3.D.¿En qué situaciones crees que te ha resultado difícil aprender al utilizar algún tipo de representación?
	4.¿Has tenido experiencias previas con actividades de modelización en el aula? Si es así, ¿puedes describir alguna de esas experiencias?	4.A.En relación a los profesores, ¿Qué tan seguido utilizan el trabajo con modelos para aprender en ciencias?
		4.B.Si consideráramos 10 clases, ¿en cuántas clases has utilizado el trabajo con modelos para aprender en ciencias?
		4.C.Los profesores, ¿utilizan representaciones físicas, digitales, etc. de los contenidos que están viendo?
		4.D.¿Qué tipos de material recuerdas que los profesores han utilizado para ayudar a comprender la clase?
4.E.¿Qué tipo de representaciones recuerdas que utilizan los profesores para ayudarte a comprender un contenido?		

Dato

La investigación descriptiva tiene como objetivo describir un fenómeno dado, a partir de diversas acciones y/o técnicas no excluyentes entre sí (Mateo 1997, citado en Bisquerra, 2009). Por otro lado, el uso de entrevistas o encuestas son útiles al momento de describir y predecir un fenómeno, pero también son eficientes para una aproximación a la realidad del objeto de estudio (Bisquerra 2009), por lo que en esta investigación se considerará como dato

de información las respuestas o discursos que se recabaron de los sujetos seleccionados mediante la formulación de preguntas a través de una entrevista presencial y personal.

Posteriormente para analizar los datos rescatados de las entrevistas realizadas, se realizará un análisis de contenido, lo que demanda, mediante diversas técnicas, inferir e interpretar los datos (Bisquerra, 2009)

Instrumento de categorización

Para realizar el análisis de caso correspondiente, se construyó a partir de las preguntas elaboradas para la entrevista, un sistema de categorización de forma deductiva, donde se incluyen categorías y sus correspondientes indicadores, relacionados con la percepción del estudiante frente a la modelización.

La categoría de “Modelo” se define comúnmente como una representación de un fenómeno con la finalidad principal de describir y explicar dicho fenómeno, permitiendo generar predicciones correspondientes (Adúriz-Bravo, 2012). En base a la definición extraída del autor, se seleccionaron palabras o indicadores exclusivos y excluyentes de la propia categoría, seleccionando representación, explicar, describir y predecir como indicadores.

Por otro lado, para la categoría denominada “Valor de la modelización”, se define a los modelos como diferentes a la realidad y simples, se consideran como un concepto valioso para entender las representaciones que tanto estudiantes como científicos utilizan en distintos ámbitos, además, los modelos permiten fomentar la participación activa de los estudiantes al ser utilizados, construidos y comparados por los propios estudiantes (Izquierdo, 1999; Adúriz-Bravo, 2012; Oliva, 2019). Para esta categoría se seleccionaron los siguientes indicadores considerando la literatura expuesta en el marco teórico: Simplificar, entender, participar y

manipular, siendo como todo indicador, exclusivo y excluyente. Este instrumento se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3: Instrumento de categorías para codificación,

Categoría	Definición	Indicador	Descripción del Indicador
Función de modelos	Un modelo, se conoce comúnmente como una representación de un fenómeno, cuyo propósito principal es describir, explicar y predecir un fenómeno (Adúriz-Bravo, 2012).	Representación	Símbolos, figuras u objetos que explican un fenómeno o suceso.
		Explicar	Exponer un fenómeno o suceso forma muy clara para hacerlo más perceptible.
		Describir	Exponer detalles de un fenómeno o suceso.
		Predecir	Anunciar con antelación un posible resultado o suceso.
Valor de la modelización	Los modelos son distintos de la realidad y más simples (Adúriz-Bravo, 2012), también se consideran como un concepto valioso para entender la representación que tanto científicos como estudiantes utilizan (Izquierdo, 1999), además, fomentan la participación activa al usar, construir y comparar los modelos (Oliva, 2019).	Simplificar	Facilitar, hacer más sencillo o menos complicado un contenido o tema.
		Entender	Comprender un tema o contenido.
		Participar	Intervención activa en el proceso de aprendizaje.
		Manipular	Empleo de una o más dimensiones pertenecientes a la estrategia de modelización (usar, construir y comparar)

Elaboración propia.

Resultados

En el siguiente apartado, se describirán los resultados en función de cada objetivo específico de esta investigación. Primero, se caracterizará un análisis más cuantitativo sobre la percepción de los estudiantes sobre la modelización utilizando los datos obtenidos a partir de las entrevistas realizadas, luego, mediante un análisis más cuantitativo se interpretarán los datos obtenidos significándolos en función del sentido que le dan mediante sus respuestas.

Objetivo 1: Caracterizar la percepción de los estudiantes sobre la modelización.

En primer lugar, resulta relevante comenzar a identificar las características asociadas a los modelos que los estudiantes presentan en sus discursos, tanto en cantidad como en contenido.

En general, ambas categorías, tanto “Características de los modelos” como “Valor de la modelización” se encuentran presentes en las cinco entrevistas analizadas con un total de 138 indicadores identificados, correspondiendo 50 indicadores (36% del total) a la categoría de “Función de modelos”, categoría relacionada directamente con la idea y función de los modelos que poseen los estudiantes. Al mismo tiempo, se identificaron 88 indicadores (64% del total) correspondientes a la categoría “Valor de la modelización” que se relaciona directamente con el valor que el propio estudiante le otorga al trabajo con modelos. El número de indicadores por categoría se resume en la figura 1.

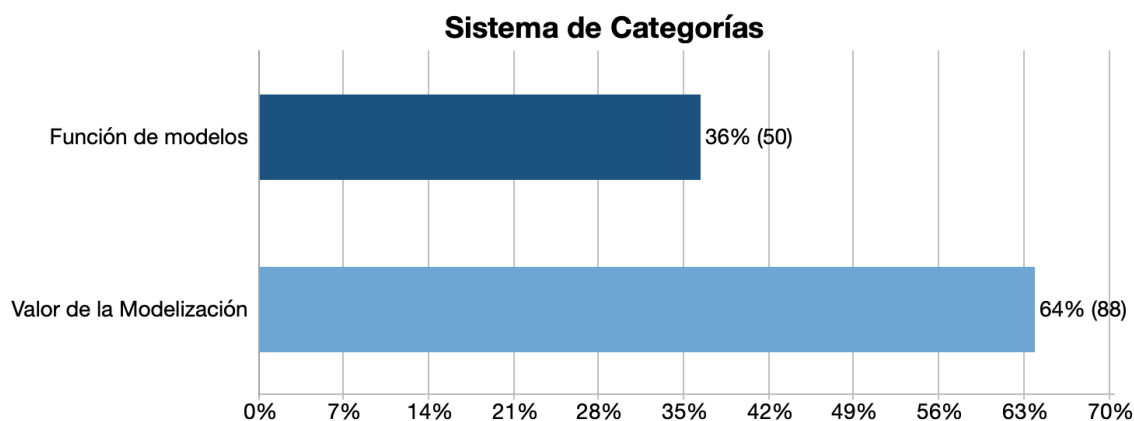


Figura 1. Sistema de categorías con su frecuencia y porcentajes respectivos.

Categoría “Función de modelos”.

Esta categoría se presenta en menor medida con un 36% del total de indicadores identificados, si desglosamos esta categoría en sus componentes más particulares correspondientes los indicadores representación, predecir, describir y explicar, podemos observar una frecuencia considerable del indicador representación, el cual posee 52% de los indicadores correspondientes a la categoría “Función de modelos”. Considerando la frecuencia, se encuentra en segundo lugar el indicador explicar, con una frecuencia del 22% de los indicadores pertenecientes a la categoría. En tercer lugar encontramos el indicador describir, con un 18% de los indicadores pertenecientes a la categoría. Por último, el indicador predecir con un 8% de los indicadores. Esta información se resume en la figura 2.

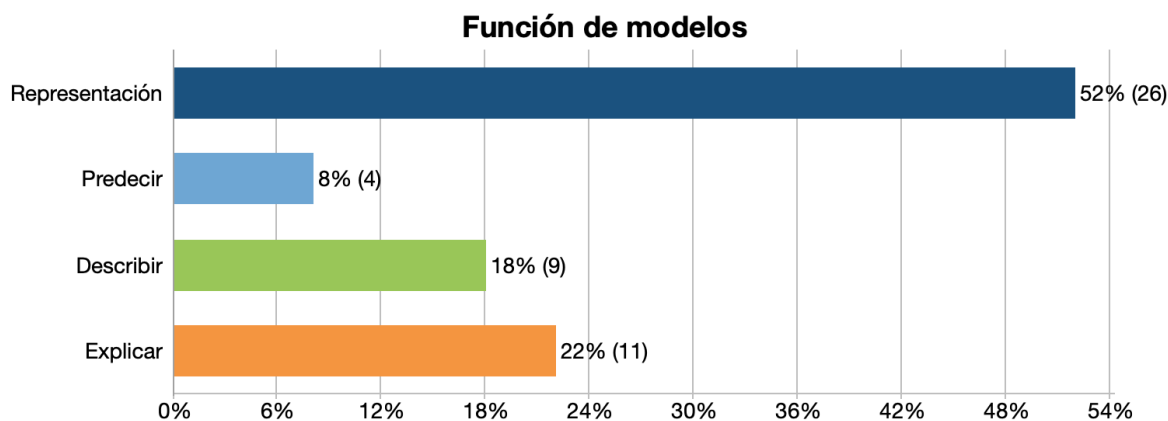


Figura 2. Frecuencia de los indicadores correspondientes a la categoría “Función de modelos”.

Categoría “Valor de la modelización”

Esta categoría se presenta con una mayor frecuencia en relación a la categoría “Función de modelos”, con un 64% de los indicadores presentes. Al descomponer esta categoría en sus componentes más particulares encontramos los indicadores simplificar, entender, participar y manipular. En primer lugar, encontramos el indicador entender con una frecuencia de 35% respecto a los otros indicadores de la misma categoría. En segundo lugar, se encuentra el indicador simplificar con una frecuencia del 33% en relación a los indicadores de la misma categoría. En tercer lugar, encontramos el indicador manipular con una frecuencia del 18%. Por último, el indicador participar posee una frecuencia del 14% respecto al resto de indicadores de la misma categoría. Estos resultados se resumen en la figura 3.

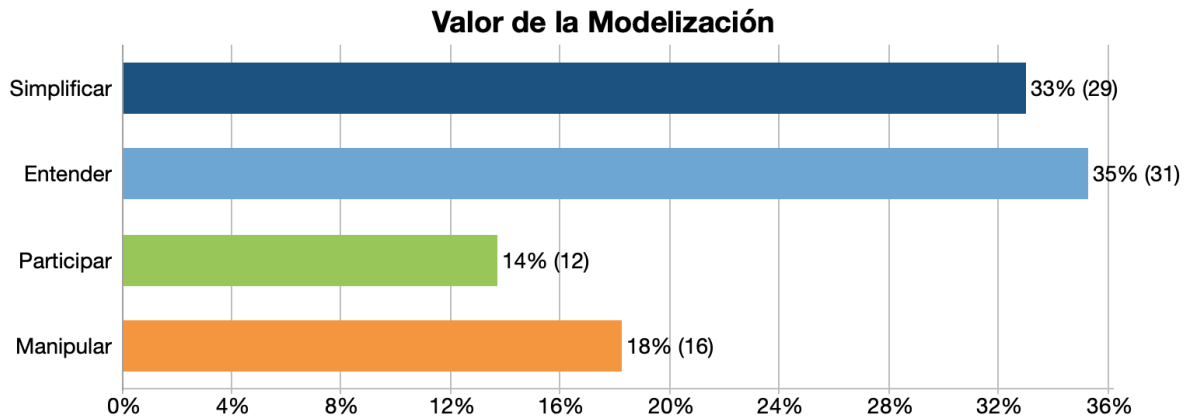


Figura 3. Frecuencia de los indicadores correspondientes a la categoría “Valor de la modelización”.

Considerando los resultados anteriores, los estudiantes entrevistados parecen atribuir un mayor valor a la modelización (categoría “Valor de la modelización”) en contraste a la función específica de los propios modelos (categoría “Función de modelos”), siendo un 28% más frecuente identificar un valor de la modelización que la función específica de los modelos. Al mismo tiempo, los estudiantes muestran asociar principalmente el concepto de “representación” a los modelos, lo que sugiere que los estudiantes perciben a los modelos principalmente como una herramienta de representación visual.

En relación al valor que los estudiantes atribuyen a la modelización, se destaca la simplificación del fenómeno mediante el modelo para facilitar su comprensión y entendimiento del mismo

Objetivo 2: Interpretar las ideas de los estudiantes en relación a la modelización.

Para lograr interpretar las ideas de los estudiantes sobre la modelización, es necesario caracterizar, identificar y describir los elementos relevantes que son mencionados por los profesores en su discurso, extraídos cuantitativamente en el apartado anterior. Al mismo

tiempo es relevante valorar el contexto de los elementos relevantes identificados, por lo que consideraremos el contexto en el que se utilizan estos elementos relevantes y el significado de estos.

Categoría “Funciones de modelos”

En el discurso de los estudiantes entrevistados se puede reconocer fuertemente la visión de los estudiantes sobre los modelos como una herramienta de representación, y en menor medida como una herramienta de explicación de un fenómeno. A continuación se señalan extractos del discurso de los estudiantes respecto a los indicadores pertenecientes a la categoría:

- **Representación:** Los estudiantes mostraron una alta frecuencia en el uso del indicador representación al momento de referirse a los modelos, utilizándolo para indicar que un modelo corresponde a una representación gráfica de un fenómeno que da a entender algo. Esta visión de modelo se acerca bastante a la definición que se consideró para esta investigación siendo construida a partir de los autores Gilbert et al. (2000) y Adúriz-Bravo (2012). Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador representación

Estudiante	Frase	Código
II	...un modelo es algo que como que quiere dar a representar o dar a entender o incluso como representar algo...	E2;P2
III	...era como representar fenómenos o algunas reacciones...	E3;P1
IV	...Es como la representación gráfica de algo como, es como para entender mejor....	E4;P2

- Explicar: Los estudiantes mostraron en segundo lugar, el uso frecuente del indicador explicar, utilizándolo para indicar que un modelo cumple la función de explicar un fenómeno que se está observando o algún tema que se quiera dar a conocer. Al igual que con el indicador representación, la definición de los estudiantes se acerca a la definición de modelo que se consideró para esta investigación (Gilbert et al., 2000; Adúriz-Bravo, 2012). Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador explicar.

Estudiante	Frase	Código
I	...es como que está explicando lo qué sería la ecuación química como así en... como un modelo...	E1;P12
II	...yo entiendo que es como un modelo que... que quiere dar... explicar de cierta manera...	E2;P1
III	...explicar el fenómeno que vemos...	E3;P2

- Describir: Si bien, este indicador surge en menor medida, los estudiantes se refieren a los modelos como herramientas que describen, dando valor a la riqueza visual de este y recalando la oportunidad de ellos mismos describir el fenómeno representado. Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador describir.

Estudiante	Frase	Código
II	...yo puedo reconocer que es una hoja beta, un barril beta y una hélice alfa, entonces lo puedo reconocer, también en la imagen de arriba...	E2;P8
V	...poder diferenciar las diferentes partes de la estructura de la proteína, por ejemplo, ver la... en qué parte están las	E5;P15

	hélices alfa, las hojas beta y, cómo está distribuida la proteína...	
V	...estar con solamente letra o ecuaciones, eh no se te hace tan descriptivo, no pasa tanta información que una imagen, siento que una imagen termina hablando mucho más que letras...	E5;P12

- Predecir: Si bien, este indicador es el menos frecuente dentro de la categoría, los estudiantes consideran en menor medida la capacidad de predicción de un modelo, señalando que un modelo, utilizando como ejemplo una ecuación química, es capaz de predecir el resultado o productos que se obtienen al llevarse a cabo una reacción química. Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador predecir.

Estudiante	Frase	Código
II	¿qué pasará si junto cloro con sulfato de sodio? Ya eso lo hace una ecuación química.	E2;P3
I	Como para ver los diferente productos, lo que el resultado que dan	E2;P8

Por lo tanto, los resultados anteriores sugieren que los estudiantes, en su mayoría, perciben a un modelo como una herramienta primordialmente destinada a representar fenómenos con el fin de explicar y describir lo observado. Esta concepción resalta el rol de los modelos como herramientas visuales para la comprensión y comunicación de conceptos o contenidos complejos, lo cual se alinea significativamente con la definición adoptada por esta investigación, propuesta por Gilbert et al. (2000) y Adúriz-Braco (2012).

Es relevante que la frecuencia de las referencias a la capacidad predictiva de los modelos sea menor según los datos. Esto sugiere una percepción más limitada en relación a la capacidad de los modelos para predecir y anticipar resultados.

Categoría “Valor de la modelización”

En el discurso de los estudiantes entrevistados se puede reconocer fuertemente el valor que se les otorga a los modelos por parte de los estudiantes, reconociendo la capacidad de simplificar un contenido, de facilitar el entendimiento de este y, en menor medida, fomentar la participación activa de los estudiantes. A continuación se señalan extractos del discurso de los estudiantes respecto a los indicadores pertenecientes a la categoría:

- Entender: En primer lugar, los estudiantes valoran definitivamente la ayuda que los modelos ofrecen al momento de entender y comprender un contenido, indicando también que los modelos tienen como función o requisito facilitar el entendimiento y comprensión. Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador entender.

Estudiante	Frase	Código
II	...eso es como la función de un modelo, para que se entienda a simple vista...	E2;P6
II	...en biología y química usan bastante el método de modelización porque ayuda bastante a lo que es la comprensión...	E2;P22
V	...facilita la comprensión de la persona para ayudar a poder entender de mejor forma...	E5;P8

- Simplificar: En segundo lugar, los estudiantes reconocen que los modelos permiten separar un tema complejo para dividirlo en partes mucho más simples y digeribles individualmente que en su conjunto, también destacan de los modelos, su capacidad de facilitar la comprensión y entendimiento de lo que el modelo está representando.

Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador simplificar.

Estudiante	Frase	Código
I	...ayuda como a captar la información un poco más resumida y me enseña como un tema complejo en las partes, en parte más simples...	E1;P17
III	...Igual te ayuda como a... la forma a... simplificarte como el aprendizaje...	E3;P10
IV	...se me vienen a la mente como todos estos modelos, como de las ciencias, que es como que en sí los ocupan como para simplificar patrones...	E4;P1

- Manipular: Por otro lado, los estudiantes reconocen haber trabajado con las distintas dimensiones pertenecientes a la estrategia de modelización (usar, crear y comparar), destacando la autoincentivación para usar estas distintas dimensiones como forma de estudio. Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador manipular.

Estudiante	Frase	Código
I	es lo que se trabaja con los modelos que se usa para crear y se comparan los modelos en la clase para entender la materia.	E1;P3
II	modelización sería como crear modelos o crear como un esquema que dé a entender lo que es visualizando	E2;P1
II	cuando estudiaba en mi casa, me armaba unos dibujos y después como que me memorizaba las partes	E2;P10

- Participar: Los estudiantes admiten que la modelización fomenta la construcción activa de sus conocimientos, volviendo las actividades más interactivas mediante el uso del propio cuerpo o herramientas tecnológicas y comentan ejemplos concretos

donde se evidencia lo opinión. Los extractos representativos del discurso de los estudiantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11: Extracto de fragmentos representativos del discurso de los estudiantes en relación al indicador participar

Estudiante	Frase	Código
IV	él hizo una misma modelización con nosotros mismos	E4;P38
V	puede ser mucho más interactivo con los aparatos tecnológicos	E5;P1
V	la hace mucho más interactiva	E5;P12

En resumen, los estudiantes reconocen el valor de los modelos fuertemente, en primer lugar reconociendo que los modelos permiten y facilitan la comprensión, y entendimiento de fenómenos dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado, se destaca que los modelos separen un tema complejo en partes mucho más simples para que, en concordancia con lo anterior, se facilite el entendimiento y comprensión de lo que el modelo está representando. Por último, los estudiantes reconocen situaciones donde se han visto involucrados con alguna(s) de las dimensiones de la modelización: usar, construir y comparar, proporcionando ejemplos concretos, y reconociendo que la modelización promueve la construcción activa de sus conocimientos a través del aumento en la participación mediante actividades o herramientas interactivas.

El objetivo general de esta investigación considera comprender la percepción de la estrategia de modelización en los escolares de educación media ante la enseñanza de las ciencias.

Para abarcar este objetivo, en primer lugar, se analizó la presencia y frecuencia de los indicadores de ambas categorías en el discurso de los estudiante, mostrando una mayor valoración de los modelos que un reconocimiento de las funciones de los mismos. Al mismo tiempo, los indicadores por cada categoría indican que los estudiantes visualizan a los

modelos principalmente como representaciones con 26 menciones y explicaciones con 11 menciones, valorando la capacidad de los modelos de simplificar con 29 menciones y entender con 31 menciones.

En segundo lugar se rescataron las opiniones de los estudiantes en relación a la estrategia de modelización, identificando la presencia y contexto de los indicadores, sugiriendo que los estudiantes perciben a los modelos como herramientas primordialmente destinadas a representar fenómenos con el fin de explicar y describir lo observado, y destacando en menor medida la capacidad predictiva de los modelos. Al mismo tiempo, reconocen el valor de los modelos fuertemente, exponiendo que permiten y facilitan la comprensión, y entendimiento de fenómenos dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Conclusiones

Los resultados en su conjunto, sugieren que los estudiantes tienen una percepción amplia sobre los modelos, describiéndolo como una representación de algún fenómeno, utilizando términos como explicar, describir y predecir para caracterizar la función de los modelos en el contexto de su aprendizaje. Estos diversos términos recalca la riqueza conceptual que los estudiantes otorgan a los modelos y es concordante con las ideas propuestas por Harrison y Treagust, (2000).

La percepción que poseen los estudiantes frente a los modelos se aproxima de forma significativa con las definiciones teóricas propuestas por Gilbert et al. (2000) y Adúriz-Bravo (2012), indicando que un modelo corresponde a una representación de un objeto o fenómeno con la intención de describir, explicar o predecir el comportamiento de la parte del mundo real al que hace alusión. Esta consistencia, sugiere que los estudiantes no utilizan el término modelo de manera ambigua, confusa o equívoca.

Por otro lado, los resultados destacan la relevancia de los modelos para facilitar y simplificar la comprensión, siendo concordante con la propuesta teórica donde se indica que los modelos simplifican fenómenos complejos y ayudan a identificar relaciones y patrones (Galagovsky, & Adúriz-Bravo, 2001). Al mismo tiempo, la participación activa mencionada por los estudiantes en su discurso también es concordante con la idea de la construcción activa del conocimiento propuesta por Aragón et al. (2018) y Moreno (2000).

La percepción de los estudiantes sobre la diversidad de contextos donde se pueden aplicar los modelos (Ciencias Naturales y Sociales) da cuenta de la polisemia y versatilidad del propio concepto de modelo concordante con lo postulado por Harrison y Treagust (2000),

esto destaca la adaptabilidad de los modelos frente a diversas disciplinas y situaciones (Adúriz-Bravo, 2012; Gutiérrez, 2014; Chamizo, 2010; Harrison y Treagust, 2000).

Las menciones donde se recurre a la integración de la tecnología para promover la construcción activa de los conocimientos se relaciona directamente con la visión de que la tecnología, cuando se utiliza de forma constructivista, permite enriquecer las experiencias de aprendizaje (Moreno, 2000), destacando la interacción activa con el entorno (Carretero, 2022).

Los resultados en su conjunto, permite tener información valiosa rescatada desde los estudiantes y su percepción sobre la estrategia de modelización, lo que puede permitir ajustar la implementación de la estrategia de modelización, dando más importancia a aspectos como: modelos como herramienta de predicción; uso, construcción y comparación de modelos; y el trabajo con modelos para fomentar la participación activa, ya que son los indicadores detectados con menor frecuencia.

Por último, esta investigación y sus resultados son un aporte a las ciencias de la educación, entregando información desde una fuente atípica de las investigaciones tradicionales relacionadas con la estrategia de modelización, y relacionada directamente con dicha estrategia, los estudiantes escolares.

Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química*, 23, 248-256.
- Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Martínez, J. M. O., & Del Mar Aragón-Méndez, M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista Científica del Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. <https://doi.org/10.14483/23448350.12972>
- Beane, J. (1997). Curriculum Integration: Designing the core of democratic education. *Choice Reviews Online*, 35(08), 35-4614. <https://doi.org/10.5860/choice.35-4614>
- Bernheim, C. T. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, (48), 21-32.
- Castellaro, M. y Peralta, N. (2021). Pensar el conocimiento escolar desde el socioconstructivismo: interacción, construcción y contexto. *Perfiles educativos*, 42(168).
- Contreras, S. (2016). Pensamiento Pedagógico en la Enseñanza de las Ciencias: Análisis de las Creencias Curriculares y sus Implicancias para la Formación de Profesores de Enseñanza Media. *Formación universitaria*, 9(1), 15-24. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000100003>
- Ertmer, P., y Newby, T. (1993). Conductismo, cognitivismo y constructivismo: una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50-72.
- Galagovsky, L. R., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *enseñanza de las Ciencias. revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2), 231-242.
- Geijo, P. (2008). Estilos de aprendizaje: pautas metodológicas para trabajar en el aula. *Revista complutense de educación*, 19(1), 77-94.
- Inmaculada, E. G. M. (2007). *El aprendizaje basado en problemas como innovación docente en la universidad: posibilidades y limitaciones*. Redined. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/80219>

- Jiménez-Tenorio, N., Aragón-Núñez, L., Aragón-Méndez, M. D. M., & Oliva-Martínez, J. M. La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso.
- Kuhn, T. S. (1971). La estructura de las revoluciones científicas. México: FCE. (Versión original 1962).
- López, S., Arias, V., Jiménez, M. M., & Estrada, J. A. (2015). Modelación y simulación computacional en la enseñanza de la biología: un campo de estudio con mucho potencial pero poco explorado. *Bio-grafía*, 8(14), 101-115.
- Martínez, J. M. O. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Molina-Mora, J. A. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia*, 31(2), 19-36.
- Moreno, A. S. (2000). La tecnología educativa ante el paradigma constructivista. *Revista informática educativa*, 13, 1.
- Oliva Martínez, J. M. (2014). La modelización en ciencias como estrategia de investigación y de intervención docente.
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias didácticas*, 37(2), 5-24.
- Pastor, C. A. (2018). El Diseño Universal para el Aprendizaje: Educación para todos y prácticas de enseñanza inclusivas. Ediciones Morata.
- Pérez Rubio, A. M. (2012). Sobre el Constructivismo: Construcción social de lo real y práctica investigativa. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 2 (2), 5-21. En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.5652/pr.5652.pdf
- Pozo, J. I. (2019). ¿Por qué los alumnos no quieren aprender lo que les queremos enseñar? *CORE*. <https://api.core.ac.uk/oai/oai:revele.uncoma.edu.ar:article/2207>

- Requena, S. R. H. (2008). The constructivist model and the new technologies, applied to the learning process. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 5(2). <https://doi.org/10.7238/rusc.v5i2.335>
- Ríos, S. Y. L., Arias, V., Narváez, M. M. J., & Torres, J. A. E. (2016). MODELACIÓN y SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA: UN CAMPO DE ESTUDIO CON MUCHO POTENCIAL PERO POCO EXPLORADO. *Bio-grafía*, 8(14), 101. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.8num.14bio-grafia101.115>
- Ruz-Fuenzalida, C. (2020). Construcción y trayectoria del currículum en Chile: una perspectiva desde las Nuevas Bases Curriculares para 3º y 4º medio. *Revista Saberes Educativos*, (4), 22-36.
- Stake, R. E. (2020). Investigación con estudio de casos. Investigación con estudio de casos, 1-156.
- Trenas, F. R. (2009). Aprendizaje significativo y constructivismo. Temas para la educación, 8.
- Ulate, R. (2012). Conductismo vs. constructivismo: sus principales aportes en la pedagogía, el diseño curricular e instruccional en el área de las ciencias naturales. *Ensayos Pedagógicos*, 7(2), 67-83.