



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

Construcción de una perspectiva ciudadana acerca de la ciencia, a partir de la implementación de la alfabetización científica como estrategia didáctica constructivista.

Seminario para optar al Título de  
Profesor de Educación Media En Biología y Química

Pablo Andrés Jul Núñez

Profesor Guía: Dr. Roberto Enrique Arias Arce

Fecha de entrega: 19 de diciembre de 2022

Santiago – Chile

*Si bien este proceso de formación  
en muchas ocasiones fue agotador y estresante,  
como siempre, prefiero quedarme con lo positivo,  
las amistades que logre construir en este camino. Por lo que  
solo queda agradecer a cada persona que estuvo presente durante este tiempo.  
Agradecer al profesor Roberto Arias, por su disposición y contribución en mi formación docente,  
a mi mamá, papá, Bastián y Ale, por siempre dar una palabra de apoyo,  
a mis amistades, con quienes las tardes de estudio se convertían en momentos gratos,  
a mí, por mi tranquilidad, que me permite siempre encontrar soluciones a los problemas  
y, por último, a Denisse, por darme amor, cariño y contención, por ser mi complemento,  
y por demostrarme que soy capaz de cosas que creía imposibles.*

## Introducción

En mis primeras aproximaciones al aula, durante las instancias de práctica inicial, intermedia y profesional, pude reconocer una inquietud bastante sincera que compartían los estudiantes de enseñanza media. Ellos se cuestionaban el por qué aprender ciencias, expresándolo a través de preguntas como: *¿Para qué estamos viendo esto?, ¿Por qué estudiamos esto?*, a lo que los docentes respondían con frases del tipo: *necesitas aprender esto para la materia que viene después, o te servirá para entrar a la universidad.*

Este tipo de respuestas que dan los docentes, han sido reportadas por diversos autores (Acevedo, 2004; Prieto et al, 2012; Fernandes et al, 2014), y en base a la experiencia vivida recientemente, al ejercer mi práctica profesional docente, pude dar cuenta de que aún es posible seguir encontrando estas respuestas en las aulas del siglo XXI, lo que nos indica la existencia de una concepción bastante arraigada, en cuanto al sentido de la enseñanza de las ciencias, por parte de los docentes.

Esta forma, en que los docentes abordan las interrogantes que surgen desde de los alumnos, es posible vincularla con una visión *propedéutica* acerca de la finalidad de la enseñanza de las ciencias. Esta se caracteriza en entender la educación científica escolar como una etapa de preparación para la vida universitaria, y para conseguir este objetivo, las clases se centran, exclusivamente, en otorgar conocimientos acabados de la ciencia, exponiendo, en demasía, contenidos y conceptos que buscan conseguir una vasta formación disciplinar en los alumnos (Meinardi et al, 2010).

En este sentido, el proceso de trabajo en aula se lleva a cabo por parte de los docentes, sin tener en cuenta la diversidad de esta o bien el contexto en el que se da el aprendizaje, lo que puede resultar en que los estudiantes creen, y se relacionen con una ciencia como algo *inservible* para la vida diaria, dado que bajo esta visión los conocimientos “aprendidos” son exclusivamente aplicables en contextos escolares o de educación superior (Vázquez – Alonso et al, 2005; López – Fernández et al, 2022)

Frente a esta visión propedéutica, son diversos los autores que han expuesto la necesidad de dar un giro a esta, y de este modo transitar desde la perspectiva actual de *“ciencias a través de la educación por uno más adecuado basado en las necesidades sociales de la educación que es el de educación a través de las ciencias”* (Chamizo y Pérez, 2017, p. 23), lo que implicaría, indudablemente, una transformación en las prácticas de enseñanza por parte de los docentes de ciencia (Chamizo y Pérez, 2017).

De esta manera, al concretar este tránsito, la enseñanza de las ciencias se ocuparía, entre otras cosas, del desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, el fomentar la participación ciudadana y en promover la autonomía, en cuanto a la toma de decisiones de manera informada bajo criterios científicos (Romero – Ariza, 2017; Tamayo et al, 2021).

Es decir, la enseñanza de las ciencias debería estar destinada a desarrollar conocimientos, formas de pensamiento y competencias, y al mismo tiempo otorgar herramientas a los estudiantes para que estos ejerzan de manera responsable su ciudadanía, al momento de tomar decisiones o definir posturas personales, respecto a fenómenos en lo que este involucrada la ciencia.

Estos elementos descritos es posible vincularlos con la concepción de una *educación en ciencias para la ciudadanía* (Sauvé, 2010), dado que el trabajo en aula responde un objetivo relacionado con la promoción de una perspectiva ciudadana acerca de las ciencias.

Teniendo presente los antecedentes ya expuestos, se revela la existencia de una problemática asociada a la enseñanza de las ciencias, en donde la visión propedéutica se infiltra en el desarrollo de las clases, generando que estas se centren exclusivamente en el contenido, desde una dimensión conceptual, lo que imposibilita una enseñanza de las ciencias acorde con las necesidades sociales de la educación, y que al mismo tiempo sea un aporte en la promoción de una educación ciudadana.

De este modo surge la pregunta de investigación del presente seminario de título: ¿de qué manera es posible conseguir este tránsito en la enseñanza de las ciencias hacia una que articule, en su proceso de enseñanza – aprendizaje, elementos de la ciudadanía y la sociedad , y así conseguir una educación en ciencias para la ciudadanía? A partir de esta interrogante es que se construyó el objetivo general, y, los objetivos específicos, de la presente investigación, los cuales se dan a conocer a continuación.

### **Objetivos**

Objetivo general: Evaluar la implementación de una unidad didáctica basada en alfabetización científica, que fomente en los estudiantes, una perspectiva ciudadana acerca de la ciencia.

Objetivos específicos:

1. Diseñar una unidad didáctica centrada en alfabetización científica, que considere actividades para promover, en los estudiantes, la construcción de relaciones entre ciencia y ciudadanía.
2. Caracterizar los componentes que emergen en la construcción de una perspectiva ciudadana acerca de la ciencia, mediante la implementación de una unidad didáctica centrada en alfabetización científica.
3. Identificar las transformaciones que promueve la alfabetización científica en los estudiantes, en la construcción de una perspectiva ciudadana acerca de la ciencia.

### **Marco Teórico**

#### **¿Qué ciencia enseñar?**

Las investigaciones realizadas por Porlán y del Pozo (1996) y por J.A Acevedo y P. Acevedo (2002) exponen que muchos docentes comparten la creencia que la ciencia corresponde a algo incuestionable e incluso absoluto. Por lo demás, también están presentes en sus creencias una visión en

donde la construcción del conocimiento científico es un proceso objetivo, con motivaciones que apuntan exclusivamente a la búsqueda de la verdad y donde elementos más allá de lo “científico” no influyen en este proceso.

Según estos autores esta creencia de los docentes se sitúa desde un paradigma *positivista*, en donde la ciencia es poseedora de características como, por ejemplo, ser un producto acabado, como resultado de una acumulación de saberes, los cuales son objetivos, exentos de un contexto y neutros.

De este modo, la ciencia que está siendo presentada en el aula, aparece como el único conocimiento capaz de entregar la verdad objetiva de los fenómenos del mundo (Sequeiros, 2015).

Ahora bien, ¿es esta la visión de ciencia que se debe seguir presentando en el aula?

Desde comienzos del siglo XX, y hasta la actualidad, se han desarrollado diversas teorías contrarias a posturas positivistas sobre la ciencia, es más, hacia finales de los 90' existía un consenso entre filósofos y epistemólogos en la crítica hacía el positivismo dado el reduccionismo que generaba este en la ciencia. Sin embargo, estos eran realistas al reconocer la influencia que generó dicho posicionamiento epistemológico en los docentes, y las dificultades que podría traer al querer realizar transformaciones alrededor del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias (Porlán, 1998; Mosquera, 2011)).

Al mismo tiempo en que se daba este consenso, ocurrió un fenómeno de restablecimiento del humanismo en el contexto educativo, el cual implicaría, según Torres (2010), cambios tanto en dimensiones epistemológicas como metodológicas, lo que conduciría a los docentes a revisar sus bases acerca de cómo hacer ciencia y, por consiguiente, los impulsaría a nuevas formas de trabajo, asumiendo la unidad sujeto-objeto del conocimiento y su indivisible unión con elementos contextuales.

Esto sin duda interpela directamente a los docentes de ciencia, en el sentido de que estos asuman un posicionamiento epistemológico que sea capaz de superar esta visión tradicional de las

ciencias. Entendiendo esta actividad de una manera menos ingenua, reconociendo la multidimensionalidad y complejidad inherente a esta (Daros, 2007).

Asimismo, una visión alternativa a este positivismo ya mencionado debería partir desde la premisa que señala el reconocido físico Werner Heisenberg, “Las ciencias no nos hablan de la naturaleza: nos ofrecen respuestas a nuestras preguntas sobre la naturaleza. Lo que observamos no es la naturaleza en sí misma, sino la naturaleza a través de nuestro método de preguntar” (Heisenberg, 1985 citado en Sequeiros, 2015, p.71). Por consiguiente, la ciencia es un tipo de conocimiento que nos permite interpretar la realidad natural y social (Martín, 2002) a través del “ desarrollo de modos de observar la realidad, y de modos de relacionarse con la realidad; que esto implica y supone los modos de pensar” (Arcá et al., 1990).

Siguiendo con la idea de esta ciencia alternativa, existen ciertos elementos que la diferenciarían al positivismo, como, por ejemplo, el concebir a la ciencia como un proceso de ruptura, construcción y reconstrucción, en donde el conocimiento científico no es ajeno a un contexto determinado, por lo que no se podría concebir como algo neutro u objetivo (Martín, 2002; Mellado, 2003; Sequeiros, 2015).

En consecuencia, y a modo de resumen, un posicionamiento más cercano a lo que sería la llamada *nueva filosofía de las ciencias* permitiría entender, y presentar a los estudiantes, la ciencia en su multidimensionalidad y complejidad, sin caer, de este modo, en la simplificación para pretender que exista una mayor comprensión de la ciencia (Jiménez et al, 2007).

### **¿Cómo enseñar ciencias? Teoría conductista y constructivista en la educación**

Como se desprende del apartado anterior, existen tensiones y tránsitos en cuanto a las visiones respecto de la ciencia, lo que ha dado como resultado un replanteamiento de las dinámicas de enseñanza de esta, elemento que lleva a mediados de la década de los 90', a considerar al constructivismo como un referente para la enseñanza de las ciencias (Quiroz et al, 2018).

No obstante, como es posible suponer, el constructivismo viene acompañado, y ha estado en tensión con otro paradigma educativo. Por lo que nos encontramos frente a dos posiciones dicotómicas, de las cuales frecuentemente se habla de sus aportes o perjuicios en el ámbito educativo, sin embargo, no siempre se puntualiza que son o en que se sustentan estas teorías. En este sentido, resulta necesario presentar antecedentes teóricos asociados al constructivismo y conductismo, y así, precisar desde donde se posicionará esta investigación.

El paradigma conductista proviene de la teoría psicológica del conductismo, la cual tiene como objetivo principal, el moldear la conducta a través de la manipulación del ambiente (Cabrera, 2021). Situado en la práctica educativa, el objetivo del conductismo no cambia en demasía, ya que se espera conseguir un cambio de conducta en el estudiante, lo cual se refleja cuando este exhibe una respuesta *ad hoc* luego de haber presentado un estímulo. De este modo se caracteriza por entender al alumno como un receptor pasivo del contenido que “deposita” el docente, existiendo una prioridad en la enseñanza de contenidos conceptuales, a través de la estimulación de un aprendizaje memorístico. (Freire, 1970; Coll et al, 1999; Moreira, 2014; Figueroa et al, 2017).

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, ha estado ocurriendo un cambio de paradigma en la educación, en donde el discurso ha volcado su atención en el alumno (Moreira, 2014), y en particular, en lo que ocurre en la mente de este durante el proceso de aprendizaje, lo que está bastante más relacionado con un posicionamiento **constructivista**.

Según Díaz y Hernández (2005), el constructivismo surge como una corriente epistemológica que se hace cargo de los problemas asociados a la generación del conocimiento en el ser humano. Sin embargo, este se posicionó como teoría educativa debido a su estrecha relación con cómo orientar el trabajo en aula para que los alumnos aprendan (Guerra, 2020).



Como teoría educativa, el constructivismo declara que el conocimiento va más allá de la capacidad de reflejar la realidad, más bien correspondería a un proceso dinámico y social, a través del cual la información externa se interpreta y reinterpreta en la mente del alumno, con la finalidad de construir modelos explicativos apropiados para enfrentar y conocer la realidad (Serrano y Pons, 2011).

Para esta posición, el estudiante no se enfrenta a la realidad *en blanco*, ya que la información externa se relaciona con la interna que ya posee el estudiante a partir de experiencias, a través de procesos de construcción y reconstrucción del conocimiento para así conseguir una nueva representación interna de la realidad (Moreno, 2014).

Asimismo, el constructivismo cuenta con ciertas características específicas como, por ejemplo, posicionar al estudiante como protagonista del proceso de enseñanza – aprendizaje, y al profesor como un guía de dicho proceso. También se señala que este proceso de enseñanza – aprendizaje se lleva a cabo a través de la creación de oportunidades de aprendizaje por parte del docente, en donde se presentan situaciones reales y contextualizadas, para así, trabajar los contenidos desde una dimensión conceptual, procedimental y actitudinal, abriendo la posibilidad de que se lleven a cabo dinámicas sociales y cooperativas entre los alumnos (Driver, 1988; Coll et al, 1999; Díaz y Hernández, 2005; Rivero et al, 2017; Figueroa et al, 2017; Tamayo et al, 2021).

Presentando los lineamientos teóricos de ambas teorías educativas, y tomando en consideración que se ha argumentado reiteradamente durante casi tres décadas la necesidad imperante de extender el enfoque de la enseñanza de la ciencia (Driver, 1988; Sauv e, 2010; Chamizo y Pérez, 2017), pareciera ser que el constructivismo es el camino para conseguir este objetivo. Por lo que, si se pretende que la enseñanza de las ciencias comience a ser relevante para los alumnos, esta debería contar, con las características generales ya expuestas de la teoría constructivista en la educación.

## Didáctica de las Ciencias

Para posicionar a la teoría constructivista en la educación, fueron variadas disciplinas las que aportaron en función de conseguir este objetivo. Así, por ejemplo, la epistemología expuso las limitaciones del positivismo, o bien, la psicología educativa, presentó una fuerte crítica a las orientaciones conductistas en el aula, lo que abrió la posibilidad de abordar, a través de un conocimiento emergente, el mundo de las construcciones y/o significados personales en el ámbito de las ciencias (Porlán, 1998; Adúriz – Bravo e Izquierdo, 2002).

Aquel conocimiento emergente corresponde a la didáctica de las ciencias, la cual según Porlán (1998) sitúa su origen como un conocimiento disciplinar en los años cincuenta, no obstante, esta irrumpe como un campo específico de conocimientos entre las décadas de los setenta y noventa, donde pasó a formar parte de un campo de investigación de las ciencias de la educación (Cordero y Dumrauf, 2017; Itaurralde et al, 2017)

En cuanto al rol de la didáctica de las ciencias experimentales, esta se encarga, en general, del estudio del proceso de enseñanza – aprendizaje de los contenidos científicos, abordando y resolviendo los problemas inherentes a este proceso y elaborando modelos que ofrezcan soluciones para su trabajo en aula (Porlán, 1998; Cordero y Dumrauf, 2017). De este modo, se podría decir que la didáctica se hace cargo, entre otras cosas, de tres preguntas fundamentales : “¿Por qué enseñar ciencias? ¿Qué ciencia enseñar? y ¿Cómo enseñarla?” (Prieto et al, 2012, p.71)

Para dar respuesta a estas interrogantes es que se presentan las denominadas **estrategias didácticas** constructivistas. Estas se un componente esencial del proceso de enseñanza – aprendizaje, ya que permiten orientar el sistema de acciones diseñado por el docente, mediante la que se confronta el sujeto que aprende con el contenido de enseñanza, y de esta manera conseguir un aprendizaje significativo en este (Orozco, 2016). Resulta necesario mencionar que el uso de cada estrategia didáctica no resulta de una idea repentina de los docentes, sino que tiene una explícita intencionalidad pedagógica (Bixio, 2005). De este modo, el área de las ciencias, podemos encontrar diversas estrategias

didácticas constructivistas con ciertos elementos diferenciadores, los cuales se detallan a través de la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Descripción de estrategias didácticas constructivistas*

Estrategia	Descripción
Indagación científica	El trabajo en aula <b>adopta como referente las fases del trabajo científico</b> , de este modo para concretizar el aprendizaje de las ciencias se busca <b>replicar</b> las formas de construcción del conocimiento que llevan a cabo los científicos. Para esto el trabajo en aula se divide por etapas, las cuales, en su estructura, están estrechamente relacionadas con el camino que recorre el trabajo del mundo científico. De este modo se espera que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades científicas y así enfrentarse al mundo (Jiménez – Tenorio y Oliva, 2015; Arias, 2021).
Cambio conceptual	El trabajo en aula parte desde la consideración de las <b>ideas previas</b> que traen consigo los estudiantes como elemento fundamental en la construcción del conocimiento científico. En este sentido, a través del trabajo en aula se incentiva la <b>confrontación entre los saberes</b> propios del estudiante con las nociones científicas que se tienen respecto a un tema en particular, esperando como resultado un cambio en las concepciones que traen consigo los alumnos (Jiménez – Tenorio y Oliva; 2015; Arias, 2021).
Aprendizaje basado en proyectos	Para esta estrategia se parte de la premisa que el aprendizaje se debe construir alrededor de situaciones o <b>problemas reales</b> , que hagan sentido y sean interesantes para el sujeto que aprende. En este sentido el trabajo en aula se orienta en investigar, <b>de manera autónoma y colaborativa</b> , para dar respuesta a estos problemas, lo que se concretiza mediante alguna acción por parte de los estudiantes (Sanmartí y Márquez, 2017).

De esta manera, cada opción de abordar el trabajo en el aula, a pesar de sus diferentes configuraciones y elementos diferenciadores, son capaces de avanzar hacia un posicionamiento constructivista, en el que la actividad escolar resulta mucho más nutritiva y significativa tanto para el estudiante, como para el docente. Sin embargo, es necesario precisar que estas no se presentan al docente como una receta a través de la cual se asegurará de obtener un “buen resultado”, sino que cada estrategia debe ser adaptada para cada realidad educativa.

### **Nuevos contextos y los desafíos actuales de la educación en ciencias**

Con frecuencia se menciona que la educación contribuye en la formación integral del “ser” que la sociedad requiere, y según Moreno (2014), desde la óptica del estructuralismo, existe una inevitable

influencia entre educación y sociedad. Así, por ejemplo, la educación científica ha experimentado grandes cambios en función del contexto social, pasando por puntos de gran valoración, como en el caso de la guerra fría, donde debido a la carrera espacial, la educación científica se orientó con el objetivo de conseguir científicos con un vasto conocimiento disciplinar, como también por épocas de crisis del cientificismo (Furió et al, 2001; Vázquez – Alonso et al, 2005; Acevedo, 2004).

Siguiendo con esta idea, en la actualidad, la institución escolar está enmarcada por contextos sociales de distinta índole. Los asuntos sociocientíficos, como el cambio climático o la experimentación en células madre, y, la sobreinformación de temas que involucran a la ciencia da cuenta de la necesidad de un nuevo cambio en la educación en ciencias, desde una dimensión del contenido que se enseña, como se enseña y el rol de los conocimientos en la sociedad (Díaz et al, 2019; Bermudez et al, 2020).

En este marco, la educación científica contemporánea debe reconocer la función social de la ciencia (Sauvé, 2010), en el sentido de que esta debe otorgar herramientas a los estudiantes que les permitan ejercer su ciudadanía y así tomar decisiones o definir posturas, de manera informada y responsable (Díaz et al, 2019) . Por lo que “la enseñanza de las ciencias requiere que los estudiante no sólo adquieran conocimientos disciplinares” (Chamizo y Pérez, 2017, p.34), sino que también aptitudes más adecuadas al contexto, en donde estos sean capaces de “conectar el estudio de las ciencias con los problemas reales que vivimos en nuestra sociedad” (Díaz et al, 2019, p. 263).

En este sentido, si bien es cierto que cada estrategia didáctica expuesta (Tabla 1) asume dicha posición, estas lo integran al aula de distinta forma. Así, por ejemplo, la indagación buscaría acercar la actividad científica a los ciudadanos, el cambio conceptual se centraría en cambiar las ideas previas que carga cada ciudadano acerca de la ciencia, y la **alfabetización científica (AC en lo sucesivo)**, a la vez que se preocupa de promover un aprendizaje de los conocimientos científicos también insta un desarrollo cognitivo que es capaz de “movilizar conocimientos, actitudes y habilidades para desempeñarse en

distintas actividades” (Larraín, 2009, p. 172), como podría ser el involucramiento en asuntos sociocientíficos, a través del ejercicio ciudadano, por lo que se presenta como una estrategia capaz de abordar los desafíos que los nuevos contextos presentan a la educación en ciencias. Resulta necesario comentar que el destacar el valor de la AC no busca restar la importancia del resto de estrategias didácticas, por el contrario, cada una de ellas posee elementos característicos que permiten enriquecer el trabajo en aula y el aprendizaje de los estudiantes.

Según Acevedo y sus colaboradores (2002), la AC se entiende de diversas formas, ya sea como una idea clave para las transformaciones curriculares, una finalidad de la enseñanza de las ciencias o un ideal educativo a alcanzar, lo que supone ciertas dificultades propias al momento de definirla.

No obstante, esa serie de interpretaciones de la AC se presentan como el principal aporte teórico para la definición que se dará a esta. Así, la AC se entenderá como una estrategia didáctica, que, a través del trabajo con ciertas actividades características, busca que los estudiantes construyan y desarrollen conocimientos científicos, habilidades y actitudes, que se consideran necesarias para involucrarse de manera responsable e informada, a través del ejercicio ciudadano, en asuntos científicos con implicancias sociales. Al mismo tiempo que se promueve la capacidad de identificar y entender temas científicos presentes en la discusión político-social y la toma de decisiones, personales y sociales, relacionadas con ciencia y sociedad (Furió et al, 2001; Martín, 2002; Vázquez – Alonso et al, 2005; Sauvé, 2010; Prieto et al, 2012; Romero – Ariza; 2017; Díaz et al, 2019; Arias, 2021).

Ahora bien, la AC, como estrategia didáctica, no cuenta con una estructura predefinida, en comparación con la indagación científica, por ejemplo, estrategia que presenta diversas etapas que orientan la actividad en el aula. No obstante, a pesar de esta ausencia de estructura, diversos autores (Martín – Díaz et al, 2005; Sauvé, 2010; Prieto et al, 2012; Romero – Ariza; 2017; Díaz, 2019; Díaz et al, 2019), presentan ciertas recomendaciones de trabajo en aula coherentes con la AC.

1. Utilización de *cuestiones socialmente vivas*, como conflictos socioambientales o el cambio climático, para el diseño de oportunidades de aprendizaje. Dado que estas unen problemas reales de la sociedad, con componentes científicos, incitando a los estudiantes tanto a tomar una postura frente a un tema, como a integrar el conocimiento científico con cuestiones sociales.
2. Trabajo contextualizado. Es necesario elaborar actividades que presenten contextos cercanos al estudiante, abarcando desde contextos globales, hasta locales, y con una expresa relación con la cultura y la vida cotidiana.
3. Reorganización de los contenidos. Esto en función de que el aprendizaje debe reflejar una utilidad para los estudiantes, lo que puede ir desde comprender el mundo contemporáneo, expresar opiniones fundadas o bien tomar decisiones sobre diversos temas. En resumen, que sea funcional para su vida más allá de un contexto académico.

Así, por ejemplo, Díaz (2019) recomienda el uso de controversias sociocientíficas en la prensa escrita, dado que estas aportan un contexto de aprendizaje, en donde los estudiantes se enfrentan realmente a cuestiones sociales importantes relacionadas con ciencia y sociedad.

Habiendo presentado estos elementos que interpelan directamente el quehacer docente, a continuación, se da a conocer las contribuciones de la AC en el sujeto que aprende. Para esto se llevó a cabo una revisión bibliográfica, a través de la cual se construyó un listado de aptitudes, que según diversos autores (Rosales et al 2020; Díaz et al 2019; Romero – Ariza 2017; Chamizo y Pérez 2017; Velásquez y López 2011; Sauvé 2010; Martín–Díaz et al 2005), deberían construir los alumnos en un trabajo de aula enmarcado en la AC.

1. Buscar y seleccionar información en fuentes confiables, para así asimilar conceptos, teorías o hechos, en función de la comprensión y explicación de asuntos sociocientíficos.
2. Construir opiniones y tomar decisiones, informadas, responsables y en base a argumentos científicos, sobre cuestiones sociales en las que la ciencia y la tecnología estén involucradas.
3. Analizar críticamente diferentes opiniones sobre cuestiones sociocientíficas.
4. Construir y asimilar un conocimiento sobre la naturaleza de las ciencias.
5. Reconocer la ciudadanía y/o el ejercicio ciudadano como un status para involucrarse en cuestiones sociocientíficas.

En este sentido, se busca incorporar en el estudiante la capacidad de tomar decisiones e involucrarse, a través del ejercicio ciudadano, en los conflictos que enmarcan a nuestra sociedad, como, por ejemplo, en cuestiones socioambientales, de manera informada y responsable. De este modo se favorece una "(...) democracia epistemológica donde el conocimiento no sea un instrumento de dominación social (...)" (Porlán, 2018, p. 11).

### **Marco Metodológico**

El apartado metodológico dará cuenta de un posicionamiento en un paradigma particular, los principales marcos que delimitan la metodología y la realización del análisis de los datos, en función de la obtención de resultados según los objetivos declarados.

### **Paradigma**

Para el caso de las investigaciones educativas el paradigma corresponde al modo de ver, analizar e interpretar la realidad y los procesos educativos. En este sentido existen tres principales paradigmas de investigación educativa, los cuales se presentan a través de la siguiente tabla (Bisquerra et al, 2009).

Tabla 2

*Características de los paradigmas investigativos*

<b>Paradigma</b>	<b>Positivista</b>	<b>Interpretativo</b>	<b>Crítico</b>
<b>Naturaleza de la realidad</b>	Dada, objetiva y singular	Subjetiva, dinámica y construida	Compartida, construida y dialéctica
<b>Relación sujeto-objeto</b>	Independiente y neutral	Implicación entre investigador y sujeto	Relación en función del cambio
<b>Finalidad</b>	Explicar y predecir fenómenos.	Comprender e interpretar los significados de las personas	Analizar la realidad e identificar el potencial para el cambio.
<b>Aportes a la investigación educativa</b>	Creación de conocimientos teóricos para poner en práctica.	Comprender e interpretar la realidad educativa.	Aporte a la autoreflexión crítica de las prácticas educativas.

*Nota. Adaptado de Bisquerra et al (2009).*

Para esta investigación se posicionará desde el paradigma interpretativo, dado que, se busca interpretar y comprender, desde la perspectiva de los alumnos, la existencia, o no, de transformaciones tras la implementación de la unidad didáctica basada en AC.

### **Método**

El método se define como el “camino” que el investigador enmarca con el fin de conocer y comprender a la realidad (Bisquerra, 2009). Este camino, en la investigación educativa, comúnmente, se posiciona desde un enfoque cualitativo (Araneda et al, 2008), no obstante, es posible la existencia de una articulación mixta, con el fin de comprender, la realidad educativa en su complejidad propia.

El estudio de caso (EC en lo sucesivo) corresponde al método de la presente investigación, y en particular, un EC *instrumental* (Stake, 1999), dado que más que entender el caso como tal, se pretende dar a conocer elementos de la Alfabetización científica a través de este. De este modo, resulta necesario dar a conocer elementos contextuales del caso seleccionado.

El Tercero Medio A del Colegio Particular N°1 de Ñuñoa, fue el curso en cual se implementó la investigación. Este se compone de 45 estudiantes, con un rango etario promedio de 17 años, y una preponderancia de estudiantes de género femenino. Gracias a las observaciones realizadas previo a la



intervención en aula, se caracterizó a este grupo como pasivo, en el sentido de que estos permiten el desarrollo de las clases sin mayor intervención, ya sea positiva o negativa, de su parte.

El motivo detrás de la selección de esta muestra se basa en que la investigación está situada en el contexto de la práctica profesional, y además, la asignatura para la intervención era Ciencias para la Ciudadanía, por lo que existía un gran potencial de desplegar la AC en el aula. En este sentido, uno de los elementos que enmarcó el caso de estudio fue la unidad didáctica que se diseñó.

**Tabla 3**

*Unidad didáctica diseñada*

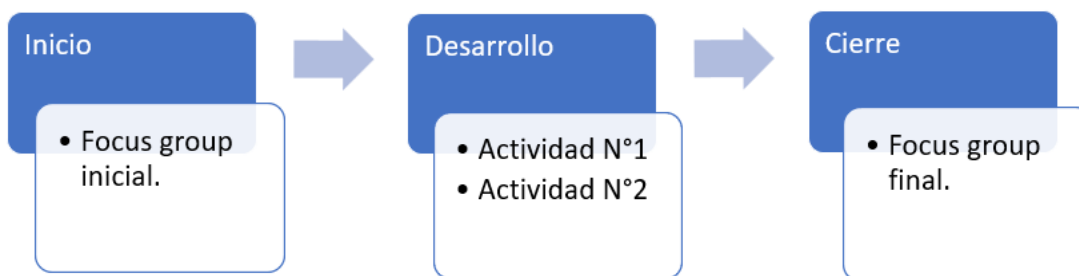
N° de sesión	Metas de la sesión	Descripción de la sesión
1 (85 min)	-Conocer una perspectiva ambiental y social en la definición de medioambiente.  -Analizar evidencias y posturas respecto al cambio climático.	Se indagan ideas previas respecto al concepto: medio ambiente ( <b>MA</b> ) y se presentan dos definiciones de este; una científica y una social. Luego se revisan evidencias científicas y declaraciones de personajes políticos respecto al cambio climático. Para finalizar, a través de la actividad N°1, se busca instar el análisis crítico y la toma de posturas en los alumnos.
2 (85 min)	-Conocer criterios para la búsqueda de información en fuentes confiables.  -Organizar el trabajo colaborativo en función de la actividad N°1.	A través de preguntas abiertas se diagnostica como los estudiantes buscan información. En base a esto la clase se desarrolla en dos partes, presentar ciertos criterios para la búsqueda de información en fuentes confiables, y el trabajo de los estudiantes en el desarrollo de actividad N°1.
3 (85 min)	-Producir los principales elementos a presentar en la actividad N°1	Trabajo de los estudiantes en el marco de la Actividad N°1.
4 (85 min)	-Proponer una postura alternativa a la visión tradicional de las ciencias.  -Formular relaciones entre las ciencias y la ciudadanía.	Se revisa la postura "tradicional" respecto de la ciencia, para instar una reflexión en los estudiantes acerca de una visión alternativa de la ciencia. En base a esta visión alternativa, se retoman las definiciones de MA expuestas en la sesión 1, para que los estudiantes asuman una de estas definiciones. Luego, a través del diálogo con los estudiantes, se introduce el ejercicio ciudadano como una forma de relación con el MA. Se finaliza la sesión realizando una autoevaluación respecto de la actividad N°1, para esto se presentan criterios de como hacer una autoevaluación responsable
5 (85 min)	-Conocer los elementos característicos de los conflictos.  -Proponer una definición de Conflicto socioambiental.  -Establecer relaciones entre ciudadanía y los conflictos socioambientales.	Se indagan ideas previas respecto a los conflictos, en una dimensión general, para luego precisar ciertos elementos de como entender y abordar un conflicto. En base a esta introducción se presenta una pregunta abierta ¿Qué será un conflicto socioambiental? En base a las respuestas de los estudiantes, se presenta una definición al respecto. Luego se contextualizan conflictos en Chile, y se abre la pregunta ¿De qué manera se involucra la ciudadanía los conflictos?, con el fin de presentar la Actividad N°2, en donde se busca que los estudiantes integren una dimensión científica y ciudadana en los conflictos socioambientales, al mismo tiempo que construyen opiniones y definen posturas respecto a un tema.
6 (85min)	-Organizar el trabajo colaborativo.	Trabajo de los estudiantes en el marco de la actividad N°2.
7 (85 min)	-Producir los principales elementos a presentar en la actividad N°2.	Trabajo de los estudiantes en el marco de la actividad N°2.

## Técnica de recolección de información

La técnica corresponde a una serie de procedimientos específicos a través de los cuales se llevan a cabo tareas concretas para la recogida de información (Araneda et al, 2008). En este sentido, y antes de dar cuenta de la técnica ocupada en la presente investigación, se presenta el orden secuencial de recolección de información que siguió la investigación.

**Figura 1**

*Esquema del diseño de la investigación en cuanto a la recolección de información.*



Como es posible apreciar, la figura da cuenta del uso de la **entrevista**, como técnica de recolección de datos, y en particular, de la utilización de una entrevista grupal (*focus group*), la cual consiste en que un pequeño número de personas, hablen sobre un tema que propone el investigador (Flick, 2007). En este caso, mediante las siguientes preguntas (Tabla 4), aplicadas al inicio y al cierre.

**Tabla 4**

*Preguntas correspondientes al focus group.*

Eje temático	Pregunta
Creencias sobre la ciencia	1. ¿Qué es para ustedes la ciencia?
Finalidad de la enseñanza de las ciencias	2. ¿En alguna ocasión se han cuestionado la enseñanza de las ciencias en el colegio? ¿Qué cosas les han hecho cuestionarse eso?
	3. ¿Para qué creen que se enseñan ciencias en el colegio?
Creencias sobre la ciudadanía	4. ¿Qué es para ustedes la ciudadanía?
Relación ciencia ciudadanía	5. ¿Qué relación creen que existe entre las ciencias y la ciudadanía/sociedad?
	6. ¿Qué ejemplos podrían dar de esa relación ciencia – ciudadanía?
Formación ciudadana	7. ¿De qué manera creen que el colegio promueve su formación como ciudadano? ¿Podrían dar algún ejemplo?
	8. ¿Qué elementos o conocimientos han adquirido durante estos años de escolaridad que les permite involucrarse como ciudadano activo y participante en la sociedad?

En el desarrollo se realizaron dos actividades específicas que también aparecen como técnica de recolección de información, las cuales se exponen a continuación.

**Actividad N°1:** *Enfrentando al negacionismo ¿Qué evidencias respaldan la existencia del cambio climático? (Sesión 1 – Sesión 3).* A partir de videos que se presentaron en la sesión 1, en donde aparecían personajes como, Donald Trump y Javier Milei, negando el cambio climático, se instó a los estudiantes a posicionarse en el supuesto de que pudieran “responder” a estos personajes. Para ello en grupos de 4 a 5 personas llevaron a cabo una investigación bibliográfica en fuentes confiables, recopilando evidencias y así, a continuación, organizaron estas y crearon un **video informativo**, el cual debía contar con una breve explicación del cambio climático, evidencias acerca de este y un “componente reflexivo”, en donde el contenido de dicha reflexión quedó a criterio de los estudiantes.

**Actividad N°2:** *Conflictos socioambientales: Un ejemplo del ejercicio ciudadano (Sesión 5 – Sesión 7).* Posterior a la construcción colaborativa de la definición de conflicto socioambiental, se contextualizó este tema dando ejemplos de algunos conflictos socioambientales de Chile. De esto modo la actividad consistió en la **elaboración de un ensayo**, en donde de manera colaborativa, los estudiantes dieron cuenta de un conflicto socioambiental chileno, en su dimensión científica y social, a partir de evidencia recopilada desde fuentes confiables. Al igual que en la actividad N°1 se solicitó la incorporación de un componente reflexivo, en donde el contenido de este quedó a criterio de cada grupo.

De este modo, el trabajo desarrollado por lo estudiantes a través de estas actividades, y lo declarado por estos mismos en las entrevista supone una fuente de información de la cual se extraerán datos para su posterior análisis en función de los objetivos planteados.

### **Estrategia de análisis de datos.**

Posterior a reunir los datos resulta imprescindible trabajar en ellos, ya que, por si solos no constituyen ninguna información (Araneda et al, 2008). Así el análisis de los datos consiste en una serie

de procedimientos, a partir de los cuales se permite llevar a cabo inferencias válidas de un texto (Bisquerra et al, 2009).

La estrategia de análisis de datos empleada para la presente investigación corresponde al análisis del contenido. Este consiste en un conjunto de procedimientos a través de los cuales se interpretan textos con el fin de transformar dichos datos en información o conocimiento sobre un tema (González – Teruel, 2015; Araneda et al, 2008).

Por anticipado al trabajo de analizar el contenido como tal, resulta necesario definir unidades de análisis de los datos obtenidos (palabras, frases, párrafos), las cuales serán el elemento básico analizable del texto, para que a continuación dichas unidades de análisis sean codificadas asignándoles una categoría a cada una (González– Teruel, 2015). De este modo, la codificación se presenta como un procedimiento que permite fragmentar los datos en función de la relevancia y significación que tendrán estos en relación con lo que se busca en la investigación (González y Cano, 2010).

Tal como se mencionó a cada unidad de análisis se le asigna una categoría al momento de ser codificada, de este modo resulta evidente el presentar y usar un sistema de categorías, con su respectiva descripción e indicadores, los cuales permiten indicar la presencia o no de dichas categorías en una unidad de análisis.

Para este caso se presentará un sistema de categorías que surge a partir del listado de aptitudes que ya fue mencionado desde el marco teórico, pero que, para este apartado, se presentará en función de categorías, acompañadas de una descripción y de sus indicadores. A continuación, a través de la siguiente tabla se da a conocer el sistema de categorías elaborado para llevar a cabo la codificación. Esta codificación se realizó a través del Software NVIVO 12, el cual otorgó información para elaborar, entre otras cosas, los gráficos y tablas a exponer en el apartado de resultados.

Tabla 5

*Sistema de categorías para el análisis de datos.*

Categoría	Subcategoría	Descripción	Indicador	Ejemplo
Ciencia	Conceptual	El estudiante construye y asimila conocimientos científicos y relacionados con elementos propios de la naturaleza de las ciencias, como los elementos extracientíficos, en función de la comprensión y explicación de cuestiones sociocientíficas.  (Díaz et al, 2005; Sauvé, 2010; Velásquez y López, 2011; Chamizo y Pérez, 2017; Rosales et al, 2020).	Conocimiento científico (conceptos , teorías ,hechos)	Frases donde se utilizan el conceptos, teorías o hechos científicos, aluden los grados de importancia de estos, o bien el uso que se le puede dar a dichos conocimientos . Ej: “es un acto que llevó a la <b>sequía</b> de un lago, que literalmente mat� un pequeño <b>ecosistema</b> , destruyendo la <b>fauna</b> ”
			Cuestiones sociocientíficas	Diversidad de frases donde se aluden o dan a conocer asuntos que involucren a la ciencia y la sociedad (o ciudadanía) y/o las implicancias (negativas o positivas) de estos en el medioambiente y en la sociedad. Ej: “los <b>efectos</b> de estas actividades han <b>impactado</b> en la <b>vida diaria de los habitantes de Tiltil</b> ”
			Elementos extracientíficos	Frases donde se alude a elementos que van más allá de la ciencia, ya sea de carácter político, económico, contextual o intereses personales. Ej: “este conflicto se ha visto influido polémicas de <b>carácter político</b> ”
	Procedimental	El estudiante es capaz de buscar, seleccionar y procesar información proveniente de fuentes confiables  (Díaz et al, 2005; Díaz et al, 2019; Rosales, 2020)	Información	Frases donde se aluda a la información respecto a ciertos temas (o desinformación), proveniente de fuentes confiables o no. Ej: “es importante manejar todos estos temas porque si no uno caería en la <b>desinformación</b> ”
Cívico		El estudiante reconoce la ciudadanía como un status a través del cual aplicar conocimientos científicos, mediante la construcción de opiniones responsables y sustentadas, a la vez que es capaz de desarrollar un pensamiento crítico sobre asuntos particulares  (Díaz et al, 2005; García et al, 2010; Sauvé, 2010; Velásquez y López, 2011; Díaz et al, 2019).	Ciudadanía	Utiliza o alude el concepto de ciudadanía y los elementos propios de esta como: deberes, derechos, manifestaciones, organizaciones sociales, bien común: Ej: “nos ayudan a conocer nuestros <b>derechos</b> como <b>ciudadanos</b> ”
			Opinión	Formula una opinión respecto a un tema, alude la importancia de esto o reconoce una opinión de un tercero. Ej: “entendimos, gracias a lo que nos mostró usted, como tal vez... formar una <b>opinión propia</b> sobre lo que estaba diciendo una imagen pública”
			Crítica	Realiza un análisis crítico frente a posturas, situaciones u opiniones, o bien valora este acto. Ej: “ <b>llama la atención</b> que el Estado, <b>estando al tanto</b> de los antecedentes recabados <b>no haga nada</b> ”.

Así, se espera construir un diálogo entre lo que emerge de los datos y las categorías conceptuales presentadas, con la finalidad de suscribir a la codificación como un trabajo de análisis temático de datos cualitativos.

## Resultados

La exposición de los resultados seguirá un orden secuencial, presentando, en primer lugar, los elementos que emergen del focus group inicial, luego se expondrá el trabajo de los estudiantes en las actividades N°1 y 2, para, finalmente, advertir los componentes que aparecen al replicar el focus group.

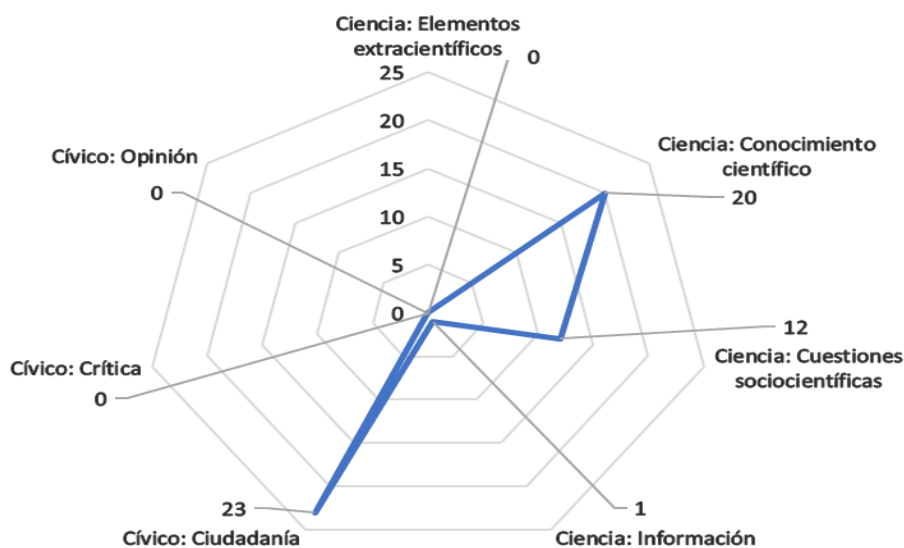
### Resultados Inicio

El siguiente grafico da cuenta de que manera emerge la categoría “Ciencia” o “Cívico”, a través de sus respectivos códigos, al realizar el focus group a dos conjuntos de seis estudiantes, previo a la aplicación de la unidad didáctica basada en alfabetización científica.

Las referencias a la categoría “cívico” solo se presentan a través del código ciudadanía en 23 oportunidades, mientras que la categoría “ciencia” aparece 33 oportunidades a través de tres códigos.

### Figura 2

*Gráfico resultante de la codificación realizada al focus group inicial*



### Categoría Ciencia

Esta categoría se presenta a través de 3 códigos, los cuales se detallarán a continuación exponiendo el significado que otorgan los estudiantes a estos.

En cuanto al **conocimiento científico**, es aludido en 20 oportunidades, y lo caracterizan como algo, en demasía, específico, y que tiene por objeto, ser una base para el ingreso a la universidad. Sin embargo, también señalan que se puede utilizar para explicar cosas de la vida cotidiana, lo cual comunican a través de las siguientes frases:

- *“Yo pienso que, algunos temas que no creo que se puedan usar en la vida cotidiana creo que nos enseñen con el fin de dar un apoyo para cuando entremos a la Universidad”*
- *“también puede ser, como, por ejemplo, para encontrar una respuesta de las cosas cotidianas. Por ejemplo, la lluvia es un fenómeno natural ¿Por qué se produce?”*

En lo que concierne a las **cuestiones sociocientíficas**, aparecen en 12 oportunidades, y exponen una relación entre ciencia y sociedad, por ejemplo, en el trabajo industrial o en el uso de la ciencia en beneficio de la calidad de vida de las personas, lo que cual exponen de la siguiente forma:

- *“en la elaboración de trabajo de los ciudadanos también se utiliza la física, como por ejemplo en los trabajos de construcción”*
- *“Yo creo que más por el ámbito de la salud, principalmente. Ya que, por ejemplo, la ciencia ayuda más para las cosas de salud o bienestar de las personas”*

Y en cuanto al código, **información**, que se alude en una ocasión, expone que la enseñanza de las ciencias sirve para adquirir conocimientos respecto a temas cotidianos que involucran a la ciencia.

- *“por ejemplo, antes no se estudiaba mucho y, por ejemplo, del típico de la abuelita que ... que te resfriaste porque andái a pata pelá o te vaí a enfermar porque no sé qué o cosas así que, realmente si uno es culto realmente sabe que eso no va a pasar eso.”*

El código **elementos extracientíficos** no es aludido en esta oportunidad por lo estudiantes, lo que podría dar cuenta de un entendimiento de la ciencia, por parte de los estudiantes, como algo objetivo y/o neutro.

### Categoría Cívico.

Esta categoría aparece en 23 oportunidades, aludiendo exclusivamente al código **ciudadanía**, donde se da cuenta que los estudiantes relacionan esta con ser responsable, respetar leyes, cumplir con deberes y tener valores cívicos.

- *“adaptarse a las reglas y normas que nos dictan”*
- *“el que respeta leyes”*

En este sentido, la ausencia de los códigos **opinión** y **crítica** darían cuenta, de un escaso trabajo en aula en cuanto a la formulación de opiniones y el desarrollo de análisis crítico en los estudiantes

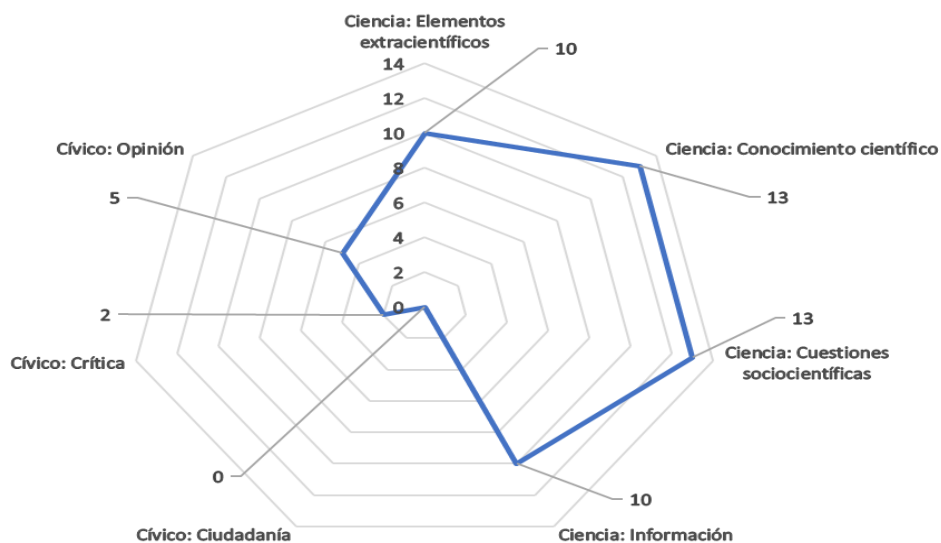
Esta caracterización expone las condiciones de base de los estudiantes, en donde predomina la categoría “ciencia” por sobre lo “cívico” en las concepciones de los estudiantes.

### Resultados desarrollo

El gráfico expuesto (Figura 3) da cuenta de la codificación realizada a los videos elaborados por los estudiantes, y, es posible evidenciar que, al explicar la multidimensionalidad del cambio climático, los estudiantes abordaron en mayor cantidad la categoría “ciencia”, no obstante, y en comparación con el focus group inicial emergieron códigos de la categoría “cívica” en el contenido de los videos.

**Figura 3**

*Gráfico resultante de la codificación realizada a los videos elaborados por los estudiantes.*





## Categoría Ciencia

El **conocimiento científico** emerge desde los estudiantes en 13 ocasiones, aludiendo a la utilización de conceptos, las causas y consecuencias del cambio climático, y como un elemento que permite la argumentación científica, lo cual marca una diferencia con el inicio, donde consideraban al conocimiento científico como algo sin mayor utilidad en el cotidiano.

- *“el cambio climático es causado por un aumento del dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero que pueden causar los humanos. la composición de estos gases absorbe el calor irradiado por el sol”*

**Las cuestiones sociocientíficas** aparecen en 13 oportunidades y se presentan para dar cuenta de las implicancias negativas en el medioambiente y en la sociedad, del cambio climático.

- *“Esto, a su vez, puede afectar a nuestra salud, a la capacidad de cultivar alimentos, a la vivienda, a la seguridad y al trabajo”*
- *“El aire contaminado aumenta la temperatura y esto se relaciona con problemas de salud como ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares y enfermedades infecciosas”*

En cuanto a la **información**, esta presenta un notable aumento (10 referencias), y su aparición, es en el sentido de la importancia de informarse a través de fuentes confiables, para así evitar la desinformación, o la influencia de otros, respecto a ciertos temas, es decir, y en contraste con el focus group inicial, existe una valoración del “estar informados”.

- *“La gente hoy en día se informa a través de las redes sociales, donde circula mucha información falsa y noticias como la televisión no son siempre una fuente confiable acerca de este fenómeno, vivimos en la desinformación ...”*
- *“La desinformación respecto al cambio climático ha llegado a un punto alarmante, el negacionismo para una tragedia tan tangible es más grande de lo que uno puede imaginar”*

En contraste con el inicio, ahora aparece el código, **elementos extracientíficos**, con 10 menciones, y en función de dar a conocer el involucramiento de personajes de connotación política dentro de la gran temática del cambio climático, lo cual expresan a través de frases como:

- *“existen personas con cargos políticos prestigiosos negando el cambio climático o incluso países repletos de ignorancia cuando se habla de este tema”*

### **Categoría Cívico**

De igual forma que el código anterior, aparece el código **opinión**, pero en 5 ocasiones. Este emerge de diversas formas desde los estudiantes, ya sea en la construcción de opiniones, reconocer opiniones no sustentadas en la ciencia y el no dejarse influenciar por opiniones de terceros.

- *“Muchas figuras reconocidas o influyentes opinan al respecto desde un punto de vista personal y no con sustentos basados en estudios fiables que ha hecho la ciencia y la investigación”*
- *“En lo personal este último punto me parece en parte válido, ya que es verdad que varias predicciones ecologistas se han tenido que desechar debido a ser erróneas, pero el hecho de intentar minimizar el calentamiento global me parece un desacierto por parte de Milei”*

Por último, está el código **crítica** y si bien este se aborda en 2 ocasiones y solo en un video, su aparición es en forma de crítica a pensamientos negacionistas del cambio climático.

- *“Todas las canciones hablan de lo mismo y llegan al mismo punto el criticar el pensamiento de que el calentamiento global, el cambio climático, todo eso, no existe”.*

Y como el único código no referenciado está la **ciudadanía**, lo que da cuenta de una evidente desvinculación del rol del ciudadano en lo que compete con el cambio climático.

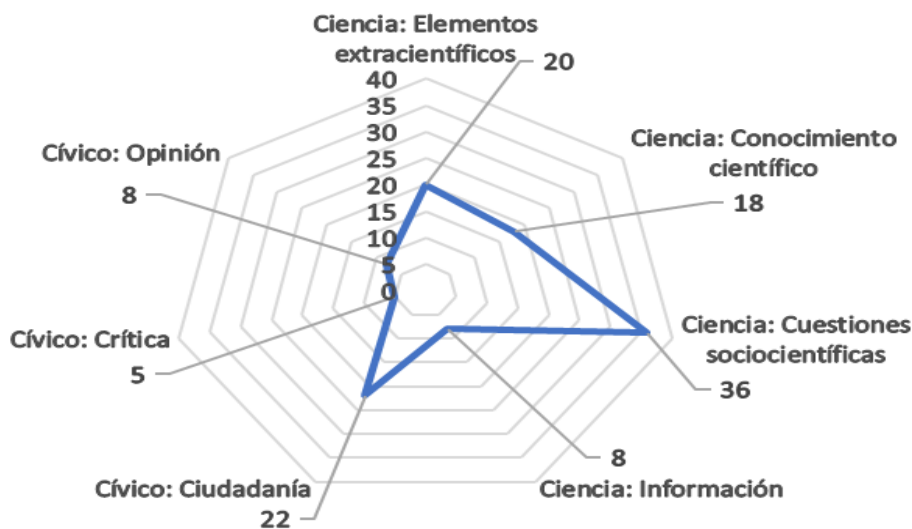
Como es posible evidenciar, en esta actividad, existió un desarrollo de la categoría “cívico”, en donde los estudiantes formularon opiniones, y en particular un grupo, desarrollo un análisis crítico frente a los videos de los personajes políticos expuestos. Y si bien, la categoría “ciencia” contó con el

mayor número de referencias, se puede evidenciar que los estudiantes no solo aludieron al conocimiento científico como tal, sino que también mencionaron elementos extracientíficos vinculados al cambio climático, valoraron el estar informado tanto individual como colectivamente, y por, sobre todo, entendieron al cambio climático como un asunto sociocientífico, que trae tanto implicancias sociales como medioambientales.

Siguiendo el orden declarado, el siguiente gráfico (Figura 4), expone la codificación de los ensayos elaborados por los estudiantes, siendo un elemento por destacar, al menos cuantitativamente, la presencia de todos los códigos de ambas categorías.

**Figura 4**

*Gráfico resultante de la codificación realizada a los ensayos elaborados por los estudiantes.*



### **Categoría Ciencia**

Como es posible apreciar, **las cuestiones sociocientíficas** casi triplicaron sus referencias (36), y estas fueron aludidas dando cuenta de las implicancias sociales, económicas y ambientales de los conflictos, lo que, por una parte, potencia lo expuesto en los videos, y por otra, diverge bastante, en relación con el focus group inicial, en donde relacionaban a estas con el uso de la ciencia en el trabajo industrial o en la medicina.

- *“La grave crisis hídrica que enfrenta hoy el planeta debido a las sequías ocasionadas por el calentamiento global ... acompañada de la mano del hombre ha provocado una desigualdad en la sociedad”*
- *“El vertedero de Tilttil no solo presenta una amenaza ambiental como ya se expuso anteriormente, también es un problema que afecta especialmente a los residentes de Tilttil ...”*

En cuanto a los **elementos extracientíficos**, estos duplican sus referencias (20) respecto a la actividad anterior , y estos son presentados por los estudiantes, desde dos aristas; el involucramiento de figuras políticas en los conflictos, en donde estos influyen en la aprobación de proyectos debido a intereses económicos, y la directa participación del mundo empresarial en la elaboración de proyectos industriales, que desencadenaron posteriormente un conflicto socioambiental.

- *“... cabe destacar que este conflicto se ha visto influido por polémicas de carácter político, ya que se acusó de tráfico de influencias a los agentes del proyecto”*

En lo que refiere al **conocimiento científico**, este se presenta en 18 ocasiones, aludiendo al uso de conceptos como herramienta explicativa. Ahora bien, es posible evidenciar en los ensayos que los estudiantes dan cuenta de la importancia de que este conocimiento forme parte de las discusiones en políticas ambientales para encontrar soluciones a diversos conflictos que involucran a la ciencia, lo que dista de las ideas expuestas en un inicio, donde consideraban que este conocimiento tenía una baja utilidad en el cotidiano.

- *“sabiendo que es un problema difícil de abordar y que necesita especialistas y asesoramiento de científicos y técnicos para poder desarrollar políticas más equitativas que beneficien a la región”*
- *“descargas atmosféricas de algunos contaminantes, entiéndase material particulado que en su gran mayoría contienen metales pesados”*

Ya con una menor cantidad de referencias (8), aparece el código **información**, el cual es presentado desde una valoración de estar correctamente informado, ya que eso evitaría caer en la desinformación. Sin embargo, en esta actividad profundizan esta idea, ya que mencionan que esto permitiría aumentar la conciencia y el conocimiento de los ciudadanos, para así tomar decisiones informadas, lo que permite dar cuenta de una transformación y un aumento en la complejidad de como los estudiantes incorporan este elemento en su discurso.

- *“Para hacer frente a estos conflictos es necesario entender el origen de estos, comprender porque y el cómo se ha desarrollado el conflicto en la sociedad”*
- *“La importancia de conocer de estos temas es que aumenta la concienciación de los ciudadanos sobre temáticas o problemas ambientales. Al hacerlo, le brinda al público las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas”.*

En este sentido, la categoría es aludida por parte de los estudiantes no solo a través del uso de conceptos científicos, sino que, y al igual que en la actividad anterior emerge una valoración frente a estos conocimientos, que permiten el desarrollo de una sociedad informada científicamente, y por sobre todo se destaca el gran incremento a las cuestiones sociocientíficas, código propio de la categoría ciencia, pero que supone una articulación entre elementos sociales y científicos.

### **Categoría Cívico**

En lo referente a esta categoría, destaca la reaparición, con 22 referencias, del **código ciudadanía**. En estas referencias los estudiantes consideran a la ciudadanía como un status a través del cual es posible participar de los conflictos socioambientales que afectan a una comunidad. Es decir, existe una diferencia en cuanto a la concepción inicial, dado que partieron entendiendo esta como los deberes cívicos y cumplir leyes, y ahora dan esta valoración ya expuesta, lo cual se refleja en las siguientes frases.

- *“Por lo que los habitantes de la zona se interpusieron contra la obra poniendo una denuncia en la que pronunciaron los impactos negativos en la zona ... así, surgen las denuncias y protestas”*
- *“A raíz de este conflicto, la ciudadanía ha hecho diversas manifestaciones para hacer frente a este problema”*

En lo referente al código **opinión**, este aparece en una proporción muy cercana a la actividad anterior (8), sin embargo, ahora este se presenta exclusivamente desde la construcción de opiniones informadas por parte de los estudiantes .

- *“deseamos que el acceso al agua potable y el saneamiento debe ser constituido como un derecho humano esencial e irrenunciable que debe ser garantizado por el Estado”*

Por último, y con el menor número de referencias (5) aparece la **crítica**, y esta se presenta como los análisis crítico que elaboran los estudiantes frente a los conflictos socioambientales, lo que permite dar cuenta de una transformación en función del desarrollo de un pensamiento crítico por parte de los estudiantes.

- *“deseamos que el acceso al agua potable y el saneamiento debe ser constituido como un derecho humano esencial e irrenunciable que debe ser garantizado por el Estado”*

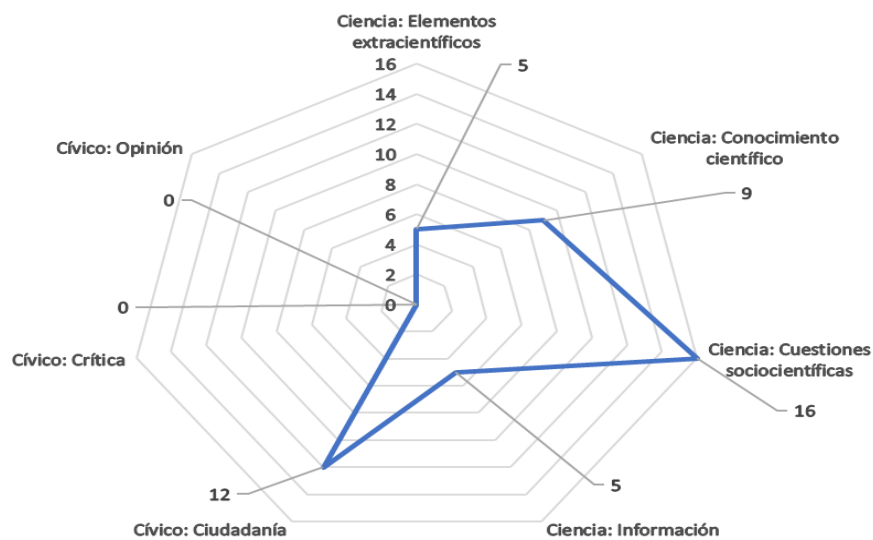
En este sentido, estos códigos exponen un amplio desarrollo, en comparación con la actividad anterior, de la categoría “cívico”, dado que existe una alusión a la ciudadanía, y no solo en como esta se ve afectada, sino también como se puede involucrar en los conflictos, y, al mismo tiempo, existe una formulación de opiniones y análisis crítico, lo que dista de lo declarado en el focus group inicial.

### **Resultados cierre**

El presente grafico expone los resultados que emergen al replicar el focus group, el cual fue aplicado a un grupo de 8 estudiantes. Es necesario mencionar que todos los estudiantes que participaron en esta instancia ya habían participado en el focus group inicial.

**Figura 5**

*Gráfico resultante de la codificación al focus group de cierre*



### **Categoría Ciencia**

Como es posible apreciar el código **cuestiones sociocientíficas** se posiciona con la mayor cantidad de referencias (16), en comparación con el focus group inicial donde aparecía en tercer lugar. Este emerge desde los estudiantes haciendo referencia, en particular al cambio climático y los conflictos socioambientales, reconociendo que estos son asuntos que involucran a la ciencia y a la sociedad y dando cuenta de los efectos tanto medioambientales como sociales.

- *“hay distintas problemáticas ambientales, como por ejemplo el vertedero de Tiltill o la hidroeléctrica alto Maipo, lo que pasa en la Laguna de Acúleo, que al final terminan generando un impacto no solamente en el ambiente, sino también en la sociedad o la ciudadanía que está cerca de esos sectores”*

En cuanto al **conocimiento científico**, este se presenta con 9 referencias, y sigue presente la característica de que este es un conocimiento altamente específico. No obstante, también advierten que este es útil para que uno se informe de ciertos temas y así se actúe consecuentemente sobre estos.

- *“... uno sabe ahora gracias a la ciencia que el cambio climático es algo real”*

- *“... nos enseñan sobre el medio ambiente las consecuencias que nosotros estamos haciendo y qué podríamos hacer para evitarlo”*

En comparación con el focus group inicial, el código **información** aparece en mayor cantidad (5), y es aludido por los estudiantes exponiendo la importancia de estar informado, ya que esto, permite tomar buenas decisiones y al mismo tiempo, evita caer en la desinformación y, por ende, en la manipulación de terceros, que quizás no están tan bien informados respecto a ciertos temas.

- *“yo creo que es importante manejar todos esos temas porque o sino uno caería en la desinformación y sería uno más fácil que lo manipulen”*
- *“si uno no está bien informado va a tomar decisiones que afecten a la mayoría”*

Por último, y como un código emergente en comparación con el focus group inicial, aparecen los **elementos extracientíficos** (5), y este es presentado por parte de los estudiantes principalmente aludiendo a la participación de las empresas en los conflictos socioambientales, como también a la no intervención del Estado en estos.

- *“Es la industria, como que no... Como menciona el compañero, son las grandes causantes, como de este problema ...”*
- *“... tampoco el Estado interviene y se mantiene al margen”*

En esta oportunidad la categoría “ciencia” surge desde los estudiantes, reconociendo el valor del conocimiento científico no solo en contextos de aprendizaje, sino que también como una herramienta que permite estar informados. Por lo demás, los estudiantes hablan con propiedad respecto a conflictos socioambientales, reconociendo elementos extracientíficos involucrados en estos.



## Categoría Cívico

En segundo lugar, de referencias, con un total de 12 aparece el **código ciudadanía**, aludiendo a esta como algo que nos involucra y compete a todos. También señalan que para ejercer una ciudadanía responsable hay que tomar buenas decisiones de modo que estas sean beneficiosas para un gran conjunto de personas, y, por último, destacan el hecho de hacer valer los derechos, y que para eso es necesario tener conocimiento de estos.

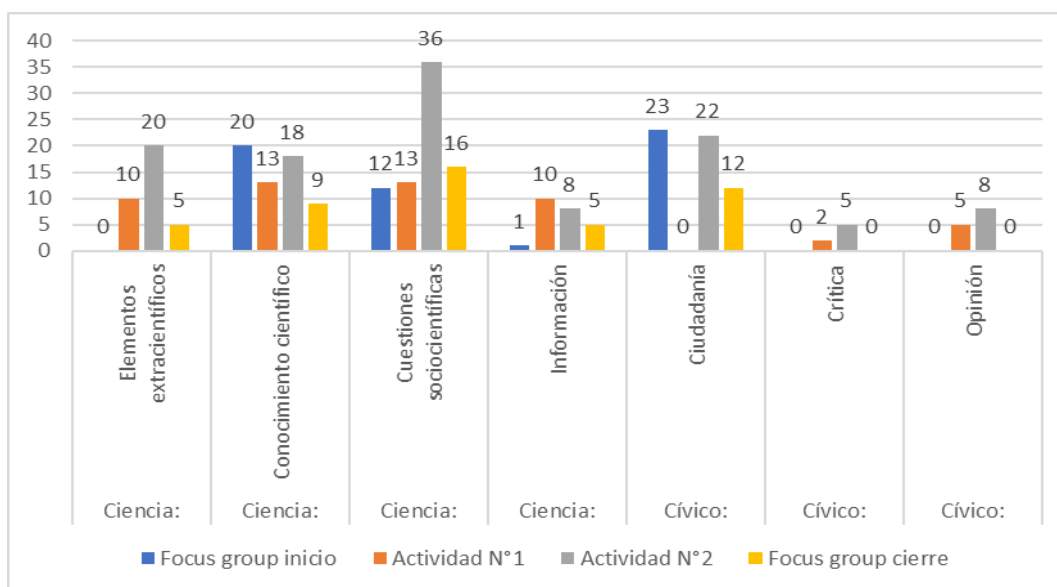
- *“la ciudadanía es todo aquello que nos involucra a todos, ya queramos o no”*
- *“se rigen a través de una de leyes y de ética y de moral, eso es para mí la ciudadanía ... y en eso de moral, que sea capaz de tomar buenas decisiones”*

En cuanto a los códigos **opinión y crítica** estos no fueron aludidos, al igual que en el focus group inicial, sin embargo, como fue posible evidenciar, en el trabajo en aula con las actividades diseñadas se abordaron estos.

A modo de resumen, se presenta el siguiente gráfico (Figura 6), en donde se expone una comparación entre el focus group inicial, las actividades y el focus group final, en cuanto al número de referencias a cada categoría, y en particular, a las referencias a los indicadores de estas.

**Figura 6**

*Gráfico comparativo de las codificaciones realizadas.*



De este modo se puede plantear que los resultados dan cuenta de la existencia de diferencias significativas durante la secuencia. El **focus group inicial** expuso una categoría cívica reducida al código ciudadanía, donde los estudiantes asociaban esta con una dimensión legal, mientras que la categoría ciencia exponía un conocimiento científico poco útil y un abordaje a las cuestiones sociocientíficas desde la medicina como rama de la ciencia que se vincula directamente con la sociedad.

Luego en el **desarrollo**, es donde se evidenció el mayor desarrollo de la categoría “cívico”, en donde se complejizó el discurso de los estudiantes al referirse, por ejemplo, a la ciudadanía, dado que presentaban esta como un status para involucrarse en asuntos sociocientíficos, al mismo tiempo que formularon opiniones informadas y análisis críticos respecto al cambio climático y a los conflictos socioambientales. Asimismo, la categoría “ciencia”, fue aludida con una articulación hacia componentes sociales, lo que explica el gran número de referencias al código cuestiones sociocientíficas.

Y para finalizar, al **replicar el focus group**, si bien la categoría cívica disminuyó su número de referencias, los estudiantes aludieron la idea de una ciudadanía participativa, que debe estar informada para tomar decisiones en beneficio de una mayoría, y que esa información proviene del dominio del conocimiento científico. Por lo que es posible dar cuenta del desarrollo de la categoría “cívico” en los estudiantes, a través del progreso de la unidad didáctica, a la vez que la categoría “ciencia” se vio influenciada por componentes sociales y extracientíficos.

### **Conclusiones**

Uno de los tantos elementos que permiten el desarrollo de la sociedad es la educación, y es que esta, se ha posicionado como un elemento que contribuye en la formación de seres que aporten en la sociedad. Para conseguir esto, uno de los elementos indispensables es fomentar un desarrollo cívico en los estudiantes, en el sentido de que estos sean ciudadanos conscientes y que pongan a disposición sus conocimientos en función de contribuir, a través de sus actos, en la construcción de una sociedad mejor (Moreno, 2014; Ramos, 2018).

En este sentido, lo expuesto a lo largo de este trabajo resulta ser coherente con esta idea, dado que, el diseño de la unidad didáctica basada en alfabetización científica contó con actividades que presentaban cuestiones socialmente vivas a los estudiantes, las cuales exigían que estos integraran al conocimiento científico cuestiones cívicas, en función de tomar una decisión o expresar una postura informada, como lo haría cualquier ciudadano que busca contribuir en la sociedad.

Esta unidad didáctica, y en particular sus actividades características, permitieron realizar una caracterización de los componentes que emergían de estas, dando como resultado, un acercamiento a la construcción de una perspectiva ciudadana acerca de la ciencia, donde los estudiantes reconocieron relaciones entre ciencia y ciudadanía, identificaron implicancias sociales de cuestiones relacionadas con la ciencia e incluso abordaron una dimensión extracientífica de los conflictos socioambientales.

De este modo, ya sea a través del valor que dieron los estudiantes al estar informado, respecto a asuntos que involucren a la ciencia, para tomar buenas decisiones o bien, el mismo reconocimiento de la ciudadanía como status donde uno puede aplicar el conocimiento científico, para así conseguir un bien común, es posible afirmar que, en este caso, la alfabetización científica promovió transformaciones en las concepciones de los estudiantes en favor de la ciencia y su relación con la ciudadanía.

Es decir, los resultados dan cuenta del cumplimiento de los objetivos planteados, por lo que, en cuanto a la evaluación de la unidad didáctica presentada, se puede decir que esta, efectivamente, fomenta la construcción de una perspectiva ciudadana acerca de las ciencias.

La presente investigación, al mismo tiempo de realzar a la alfabetización científica, y posicionarla como una estrategia didáctica, permite dar cuenta de la posibilidad de situar un rol docente que siga la lógica de profesor – investigador, en donde este no solo se encargue de generar oportunidades para el aprendizaje de los estudiantes, sino que también reflexione sobre su propio

quehacer, en función de criticar, comprender y transformar su praxis pedagógica (Herrera – González, 2010).

Por último, resulta necesario mencionar que este trabajo, abre las puertas para proyectar líneas de investigación en donde se trabaje la alfabetización científica como estrategia didáctica, para así enriquecer aún más los conocimientos que se tienen respecto a esta, y a su vez, se siga reafirmando el valor que han conseguido las estrategias didácticas constructivistas en la enseñanza de las ciencias.

### Referencias

- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 03-16.
- Acevedo, J. y Acevedo, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 29(1), 01-27.
- Acevedo, J., Manassero, M. y Vázquez, Á. (2002). Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Pensamiento educativo*, 30, 15-34.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(3), 130-140.
- Araneda, A., Parada, M. V. & Vázquez, A. (2008). Investigación cualitativa en Educación y Pedagogía. (1.a ed., Vol. 1) [Impreso]. Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- Arcà, M., Guidoni P. y Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia. Como empezar: reflexiones para una educación científica de base, Barcelona: Paidós.
- Arias, R. (2021). Ambientalización de la epistemología docente mediante un taller formativo [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona] Tesis Doctorals en Xarxa. <http://hdl.handle.net/10803/673334>.

- Bermudez, G., García, L. y Cisnero, K. (2020). Didáctica de las ciencias para una ciudadanía crítica. Reflexiones y prácticas contextualizadas para problemáticas de ambiente y salud. *Revista Ensaio*, 22, 01-30.
- Bisquerra, R., Dorio, I., Gómez, J., Latorre, A., Martínez, F., Massot, I., Mateo, J., Sabariego, M., Sans, A., Torrado, M. y Vilá, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. Editorial La Muralla.
- Bixio, C. (2005). *Enseñar a aprender: Construir un espacio colectivo de enseñanza-aprendizaje* (7 ed.). Homo Sapiens
- Cabrera, G. (2021). Conductismo y constructivismo en la educación universitaria. *Revista Killkana Sociales*, 5(2), 01-04.
- Chamizo, J. y Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74(1), 23-40.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. (1999). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Cordero, S. y Dumrauf, A. (2017). Enseñanza de las ciencias naturales, ideas previas y saberes de estudiantes: su consideración y abordaje en las situaciones didácticas. *Trayectorias universitarias*, 3(5), 03-10.
- Daros, W. (2007). Los condicionamientos sociales en los paradigmas científicos: Popper y Kuhn. *Invenio*, 10(18), 47-74.
- Díaz, F. y Hernández, G. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2 ed). McGraw-Hill Interamericana.
- Díaz, N. (2019). Caracterizando controversias sociocientíficas en la prensa escrita. Una herramienta para el desarrollo de la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 02-13.
- Díaz, N., Caparrós, E. y Sierra, J. (2019). Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la alfabetización científica. *International journal of educational research and innovation*, 12, 261-281.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.

- Fernandes, I., Pires, M. y Villamañán, R. (2014). Educación científica con enfoque Ciencia – Tecnología – Sociedad – Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria*, 7(5), 23-32
- Figuroa, H., Muñoz, K., Lozano, E. y Zavala, D. (2017). Análisis crítico del conductismo y constructivismo, como teorías de aprendizaje en educación. *Revista Órbita Pedagógica*, 4(1), 01-10.
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. Ediciones Morata. Segunda edición.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Montevideo: Tierra Nueva.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria: ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.
- González, T. y Cano, A. (2010). Introducción al análisis de datos en investigación cualitativa: concepto y características. *Nure investigación*, 44, 01-05.
- González – Teruel, A. (2015). Estrategias metodológicas para la investigación del usuario en los medios sociales: Análisis de contenido, teoría fundamentada y análisis del discurso. *El profesional de la información*, 24(3), 321-328.
- Guerra, J. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(2), 01-21.
- Herrera-González, J. (2010). La formación de docentes investigadores: el estatuto científico de la investigación pedagógica. *Magis Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3(5), 53-62.
- Iturralde, M., Bravo, B. y Flores, A. (2017). Agenda actual en investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(3), 50-59.
- Jiménez, M., Caamaño, A., Pedrinaci, E. y de Pro, A. (2007). *Enseñar ciencias*. Editorial GRAO.

- Jiménez – Tenorio, N. y Oliva, J.M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
- Larraín, A. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. *Estudios públicos*, 116(4), 167-193.
- López – Fernández, M., González, F. y Franco, A. (2022). Plásticos: revisión bibliográfica en Didáctica de las Ciencias Experimentales (2010-2019). *Revista de educación*, 397, 261-292.
- Martín, M.J. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63.
- Martín-Díaz, M.J., Gutiérrez, M. y Gómez, M. (2005). Alfabetización científica ¿para qué y para quienes? ¿Cómo lograrla? *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 01-04.
- Meinardi, E. (2010). *Educación en ciencias*. 1ª ed. Editorial Paidós.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Investigación Didáctica*, 21(3), 343-358.
- Moreira, M. (2014). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(1), 45-52.
- Moreno, M. (2014). La construcción del ser en educación: Una mirada desde el constructivismo. *Sophia: colección de filosofía de la educación*, 17(2), 193-209.
- Mosquera, J. (2011). La investigación sobre la formación de profesores desde la perspectiva del cambio didáctico. *Magis, Revista internacional de Investigación en Educación*, 3(6), 265-282.
- Orozco, J. (2016). Estrategias didácticas y aprendizaje de las Ciencias Sociales. *Revista Científica De FAREM – Estelí*, 17(5), 65-80.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.

- Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 05-22.
- Porlán, R. y del Pozo, R. (1996). Ciencia, Profesores y Enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique*. (8), 23-32.
- Prieto, T., España, E. y Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología- Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.
- Quiroz, W., Colihuinca, E. y Merino, C. (2018). Realismo científico versus constructivismo en la formación inicial de profesores de química. *Revista Electrónica de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 91-114.
- Ramos, M. (2018). El rol de la educación y su contribución en la construcción de una sociedad mejor. *Ensayos pedagógicos*, 13(1), 19-38
- Rivero, A., Solís, E., Porlán, R., del Pozo, R. y Azcárate, P. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52.
- Romero – Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299.
- Rosales, E., Rodríguez, P. y Romero, M. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 01-22.
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de la ciencia basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice: Revista de educación científica*, 1(1), 03-16.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: Un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 05-18.
- Sequeiros, L. (2015). Alfabetización científica y Educación para la ciudadanía: la ciencia, un arma cargada de futuro. *Microespacios de investigación*, (1), 69-93.



- Serrano, J. y Pons, R. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivista en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 01-27.
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Tamayo, L., Tinitana, A., Apolo, J., Martínez, E. y Zambrano, V. (2021). Implicaciones del modelo constructivista en la visión educativa del siglo XXI. *Revista Sociedad & Tecnología*, 4(2), 364-376.
- Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131-142.
- Vázquez – Alonso, A., Acevedo – Díaz, J. y Manassero, M. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacía una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2).
- Velásquez, A. y López, E. (2011). Una propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de competencias investigativas en la educación científica a partir del diseño de una unidad didáctica construida sobre fundamentos de la alfabetización científica tecnológica. *Revista Praxis*, 7, 42-51.