



Universidad de Concepción
Campus Los Ángeles
Escuela de Educación

**Perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología en
relación a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica para**

fomentar el pensamiento crítico

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

Por : Genesis Belén Contreras Heredia
Carla Alejandra Vidal Castillo

Profesor Guía : Mg. Alejandra Barriga Acevedo

Comisión Evaluadora : Dr. Omar A. Barriga
Dr. Víctor Campos Araneda

Los Ángeles, 2022

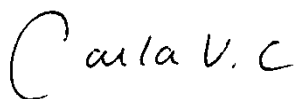
Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica de documentos.



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

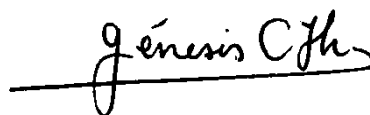
Quien suscribe, Genesis Belén Contreras Heredia, 20.022.533-3 y Carla Alejandra Vidal Castillo, 19.755.878-4, alumnas de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, de la Escuela de Educación, de la Universidad de Concepción, declaran ser autoras del Seminario de título denominado “Perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología en relación a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica para fomentar el pensamiento crítico” y conceden el derecho de publicación, comunicación al público y reproducción de esa obra, en forma total o parcial en cualquier medio y bajo cualquier forma del mismo, a la Universidad de Concepción, Chile, para formar parte de la colección material o digital de cualquiera de las bibliotecas de la Universidad de Concepción del Repositorio UDEC. Esta autorización es de forma libre y gratuita, y considera la reproducción de la obra con fines académicos y de difusión tanto nacional como internacionalmente.

Asimismo, quien suscribe declara que dicha obra no infringe derechos de autor de terceros.



Carla V. C

Firma Carla Vidal



Genesis C. H.

Firma Genesis Contreras

AGRADECIMIENTOS

Los cinco años que llevó formarme como docente culminan en este trabajo, el tiempo realmente es fugaz, ya que lo que parecía tan lejano y complejo se pudo finalmente concluir: ser Profesora de Ciencias Naturales y Biología.

No sería la profesional que soy actualmente sin el apoyo de mi familia: mis padres Rosa Heredia y Raúl Contreras, mi hermano Cristian Contreras y hermana Valeska Contreras, mi cuñada Masiel Sáez y cuñado Manuel de la Cruz, finalmente mis sobrinas Carla Contreras, Javiera de la Cruz e Isabela de la Cruz. Ellos son mi familia y, a su vez, son las personas que me han motivado, apoyado y brindado las herramientas para lograr una de las metas más importantes de mi vida, por lo tanto, se merecen toda mi gratitud. Con ello, quiero recalcar mi agradecimiento hacia mi mamá y papá ya que, desde pequeña, ambos han estado para mí, han confiado en que soy capaz de hacer lo que me proponga, siendo eso, desde niña, el motor que me ha permitido visualizarme como profesional.

Otras de las personas a las cuales deseo agradecerles, es a María José Peña y Carla Vidal, amigas con las cuales formé lazos en la universidad y que fueron mi espacio de apoyo moral, desahogo y risas, ellas aliviaban los cansadores días de universidad, sin su apoyo el proceso tampoco hubiera sido fácil ni mucho menos motivador. A su vez, debo recalcar mi agradecimiento hacia Carla Vidal, quien fue mi compañera de tesis, su compromiso por el trabajo y su enorme inteligencia dieron paso a generar los más complejos y completos párrafos de este seminario de título, no creo que haya existido una mejor compañera para mí, estoy muy agradecida.

Por último, quiero mencionar mi enorme agradecimiento hacia el académico Carlos Martínez, quién nos brindó su ayuda para continuar con nuestro trabajo, ya que, en un momento, nos vimos con muchas complicaciones en su desarrollo, las cuales parecían insuperables, hasta que obtuvimos su ayuda. Él, con toda su amabilidad, simpatía, empatía y conocimientos en la investigación, nos ayudó a recuperar la esperanza perdida y a concretar con éxito nuestra tesis.

Muchas gracias a todos y todas, de todo corazón.

Genesis Contreras Heredia

AGRADECIMIENTOS

Tras ejecutado este arduo trabajo, quiero dar las gracias, en primer lugar, a mi madre, Norma Castillo, quien me ha apoyado desde siempre en cada una de las decisiones que he tomado, incluso aquellas que pudieron estar erradas. Gracias por confiar en mí más que yo misma, eres la razón por la cual sigo aquí, y por la que he llegado tan lejos. Gracias por tus consejos, por tus palabras de aliento, por tus abrazos. Gracias por ser mi luz. Y junto a ella, también quiero dar gracias a mi hermano, Yonathan Castillo, quien también confió en mí y me apoyó muchas veces.

Le agradezco a también a mis amigas; a María José Peña, con quien compartí estos cinco años de universidad y quien se convirtió en una gran amiga. Gracias por los momentos de risas, de consejos y palabras de apoyo. A Camila Fuentes, por estos casi diez años de amistad, por apoyarme desde el inicio en cada una de las decisiones que he tomado, por sus palabras de aliento, por escuchar mis quejas y por alentarme a continuar siempre. Gracias por quedarte.

También le agradezco enormemente a mi amiga y compañera de tesis Genesis Contreras, por esas tardes y noches llenas de conversaciones y de estrés por completar esta intensa labor, por soportar mis cambios de humor y mi desconfianza ante el proceso. Gracias por compartir esto conmigo, por escucharme y por alentarme. Sin ti, esto no hubiera sido posible; ambas logramos esto. Gracias por todo, no pude haber tenido mejor compañera

De igual forma le agradezco a nuestra profesora guía Alejandra Barriga, por darnos esta idea, por apoyarnos en el proceso y por confiar en que esto saldría bien. Gracias por alentarnos a ir más allá.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecerle al profesor Carlos Martínez, porque sin él esto no hubiera podido concretarse. Gracias por aparecer en nuestro camino, por apoyarnos y disipar la desconfianza que nos inundó en algún momento. Por su amabilidad y paciencia. Gracias por ayudarnos a recuperar la confianza en nuestro trabajo.

Le agradezco a cada una de las personas que pasaron por mi vida a lo largo de este proceso, incluso a aquellos que no se quedaron.

Carla Alejandra Vidal Castillo

Tabla de contenido

Índice de Tablas	8
Índice de Figuras	10
Resumen	12
Planteamiento y justificación del problema	13
Propuesta de investigación	16
Marco referencial	18
1. Pensamiento crítico y su conceptualización	18
2. Educación científica	20
2.1. Estado de la educación científica en Chile	22
2.2. Nuevo currículum enseñanza de la ciencia	23
3. Plan de estudio y formación inicial docente carrera Pedagogía en Cs. Naturales y Biología (UdeC)	25
4. Estrategias didácticas	27
5. Controversias sociocientíficas (CSC) como herramienta para el desarrollo del pensamiento crítico	28
5.1. Las controversias sociocientíficas y el desarrollo del pensamiento crítico en tiempos de pandemia	30
Diseño metodológico	32
Fundamento metodológico	32
Técnica de recolección de datos	34
Validación de los instrumentos de recolección de datos	36
Población	37
Muestra	37
Análisis de datos	37
Plan de intervención	37
Resultados Pilotaje	39
Descripción de la muestra	42
Resultados obtenidos	43

Objetivo (1): Identificar las controversias sociocientíficas que repercuten actualmente en la sociedad	43
Objetivo (2): Medir el nivel de pensamiento crítico que poseen los estudiantes	47
Objetivo (3): Analizar las diferencias entre las perspectivas iniciales y finales de los estudiantes respecto a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico.....	49
Resultados Cuestionarios	49
Análisis estadístico descriptivo de preguntas cerradas	49
Agrupación, categorización, codificación e interpretación de respuestas a preguntas abiertas.....	52
Discusión	79
Conclusiones	89
Limitaciones, proyecciones y propuestas	90
Referencias bibliográficas	91
Anexos	101
Anexo 1. Consentimiento informado.....	101
Anexo 2. Cálculo Alfa de Cronbach.....	103
Anexo 3. Taller de Controversias Sociocientíficas	104
Anexo 4. Cuestionario inicial	112
Anexo 5. Cuestionario final.....	114
Anexo 6. Síntesis de respuestas a preguntas abiertas del cuestionario inicial y cuestionario final.....	116
Anexo 7. Pautas de evaluación de los Ítems de Análisis parte II e Interpretación parte I	123
Anexo 8. Temáticas y controversias que han repercutido entre enero 2020 a agosto 2021.....	124

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Fiabilidad del instrumento presentado en el Taller de CSC</i>	39
Tabla 2 <i>Estadística de Fiabilidad</i>	40
Tabla 3 <i>Rangos de Fiabilidad según Ruiz Bolívar (2002)</i>	40
Tabla 4 <i>Temáticas y controversias que repercuten actualmente en la sociedad</i>	43
Tabla 5 <i>Suma total de Frecuencias de las controversias presentadas en distintos medios</i>	45
Tabla 6 <i>Nivel de pensamiento crítico en el desarrollo de las habilidades de interpretación, análisis, evaluación, inferencia y explicación</i>	47
Tabla 7 <i>Pauta de valoración para determinar el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes</i>	48
Tabla 8 <i>Categorización respuestas acerca de lo que entienden los estudiantes por CSC (cuestionario inicial)</i>	53
Tabla 9 <i>Categorización respuestas acerca de lo que entienden los estudiantes por CSC (cuestionario final)</i>	54
Tabla 10 <i>Categorización respuestas acerca de las fuentes de información consideradas por los estudiantes (cuestionario inicial)</i>	56
Tabla 11 <i>Categorización respuestas acerca de las fuentes de información consideradas por los estudiantes (cuestionario final)</i>	57
Tabla 12 <i>Categorización de competencias científicas que los estudiantes consideran que podrían desarrollarse por las CSC (cuestionario inicial)</i>	59
Tabla 13 <i>Categorización de competencias científicas que los estudiantes consideran que podrían desarrollarse por las CSC (cuestionario final)</i>	60
Tabla 14 <i>Categorización de justificaciones en torno a la contribución de las controversias sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (cuestionario inicial)</i>	63
Tabla 15 <i>Categorización de justificaciones en torno a la contribución de las controversias sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (cuestionario final)</i>	64
Tabla 16 <i>Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de la controversia sociocientífica señalada para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes (cuestionario inicial)</i>	67
Tabla 17 <i>Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de la controversia sociocientífica señalada para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes (cuestionario final)</i>	68

Tabla 18 *Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de las CSC en el ejercicio de la profesión docente (cuestionario inicial)*. 71

Tabla 19 *Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de las CSC en el ejercicio de la profesión docente (cuestionario final)*. 72

Tabla 20 *Categorización de temáticas de CSC que los estudiantes abordarían en el aula (cuestionario inicial)*. 73

Tabla 21 *Categorización de temáticas de CSC que los estudiantes abordarían en el aula (cuestionario final)*. 74

Tabla 22 *Categorización de justificaciones acerca del requerimiento de profundización de las CSC durante la formación inicial docente*. 77



Índice de Figuras

Figura 1 Año de ingreso a la carrera de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, Universidad de Concepción, campus Los Ángeles.....	42
Figura 2 Porcentaje de estudiantes respecto a si conocen, han leído o escuchado acerca de las controversias sociocientíficas (cuestionario inicial).....	50
Figura 3 Porcentaje de estudiantes respecto a si conocen, han leído o escuchado acerca de las controversias sociocientíficas (cuestionario final).....	50
Figura 4 Porcentaje de estudiantes que han aplicado las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica (cuestionario inicial).....	51
Figura 5 Porcentaje de estudiantes que han aplicado las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica (cuestionario final).....	52
Figura 6 Frecuencia de categorías Tabla 8.....	54
Figura 7 Frecuencia de categorías Tabla 9.....	55
Figura 8 Frecuencia de categorías Tabla 10.....	57
Figura 9 Frecuencia de categorías Tabla 11.....	58
Figura 10 Frecuencia de categorías Tabla 12.....	60
Figura 11 Frecuencia de categorías Tabla 13.....	61
Figura 12 Porcentaje que considera que trabajar con las controversias sociocientíficas contribuye al desarrollo del pensamiento crítico (cuestionario inicial y final).....	62
Figura 13 Frecuencia de categorías Tabla 14.....	64
Figura 14 Frecuencia de categorías Tabla 15.....	65
Figura 15 Porcentaje de estudiantes que aplicarían la controversia sociocientífica señalada en los cuestionarios (inicial y final).....	66
Figura 16 Frecuencia de categorías Tabla 16.....	68
Figura 17 Frecuencia de categorías Tabla 17.....	69
Figura 18 Porcentaje de estudiantes que aplicarían las CSC en su ejercicio de la profesión docente (cuestionario inicial y final).....	70
Figura 19 Frecuencia de categorías Tabla 18.....	71
Figura 20 Frecuencia de categorías Tabla 19.....	72
Figura 21 Frecuencia de categorías Tabla 20.....	74
Figura 22 Frecuencia de categorías Tabla 21.....	76
Figura 23 Porcentaje de estudiantes que consideran que se debería profundiza en las CSC.....	77



Resumen

El pensamiento crítico es una habilidad cognitiva relevante en la enseñanza de las ciencias, por ello es importante que los profesores de ciencias se encuentren capacitados respecto a las herramientas didácticas que les permitan fomentar esta habilidad. Una de ellas corresponde a las Controversias Sociocientíficas (CSC), un tipo de herramienta didáctica que permite trabajar la argumentación, la búsqueda de información fidedigna y la toma de decisiones sobre temas controversiales, que ponen en manifiesto las distintas posturas de los ciudadanos y/o científicos en torno a asuntos relacionados a la ciencia y vinculados, a su vez, a la sociedad.

El objetivo de esta investigación fue evaluar si las controversias sociocientíficas son una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico bajo la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, que hayan cursado la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética.

Para cumplir el objetivo se llevó a cabo un estudio bajo el enfoque mixto, con aspectos cuantitativos y cualitativos (predominante), aplicando instrumentos de recolección de datos tales como cuestionarios de preguntas abiertas y cerradas, además de intervenir a través de un taller de CSC relacionado a las vacunas COVID-19.

Los resultados señalan que, bajo la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles, las CSC sí contribuyen a fomentar el pensamiento crítico y por ello las implementarían en el aula para tal propósito.

Palabras claves: Perspectiva de los estudiantes, pensamiento crítico, enseñanza de las ciencias, controversias sociocientíficas (CSC) y herramienta didáctica.

Planteamiento y justificación del problema

A medida que transcurre el tiempo, la ciencia continúa avanzando, siendo fundamental para la sociedad y su desarrollo avanzar al mismo tiempo. Por ello, la educación científica va requiriendo que los futuros ciudadanos se eduquen en torno a temas científicos que comienzan a ser recurrentes, de forma tal que sean capaces de poseer conocimiento suficiente en relación a ellos, generar sus propias opiniones y tomar decisiones de manera informada y fundamentada, para lo cual se hace necesario el desarrollo de competencias científicas como el pensamiento crítico. Este es un tipo de habilidad cognitiva y una herramienta preponderante en la construcción de conocimientos y aprendizajes tanto individuales como colectivos, lo que permite la formación de sociedades más autónomas (Carrasco, 2018).

Si bien el pensamiento crítico es una de las competencias científicas fundamentales para la formación científica de los estudiantes, en Chile siguen existiendo deficiencias en su desarrollo. El informe PISA que abarca los años 2015-2018, demuestra que un 35,3% de los estudiantes no ha alcanzado las competencias científicas mínimas; además, sugiere que las variaciones en los puntajes no han sido significativas (Agencia de Calidad de la Educación, 2019), siendo necesario evaluar las reformas educativas y las estrategias de enseñanza que se aplican para el logro del aprendizaje.

Es así como el Ministerio de Educación de Chile ha abogado por la implementación de reformas que permitan desarrollar de forma efectiva la educación científica, implementando modificaciones en las nuevas bases curriculares, en particular aquellas orientadas al plan de formación general de la asignatura “Ciencias para la ciudadanía”, las que buscan promover la comprensión de fenómenos complejos y problemas que envuelven el quehacer cotidiano, con el propósito de formar ciudadanos alfabetizados científicamente, capaces de pensar de forma crítica y participes en la toma de decisiones presentes en la sociedad, de manera informada y a partir de evidencias correctamente respaldadas (Ministerio de Educación [MINEDUC], 2019). Junto con ello, la orientación del plan de formación diferenciado humanístico-científico busca continuar con la profundización y fortalecimiento de la alfabetización científica en disciplinas como biología celular y molecular, ciencias para la salud y biología de los ecosistemas (MINEDUC, 2021a; MINEDUC, 2021b; MINEDUC, 2021c) que, en el contexto actual, resultan ser esenciales para educar a los estudiantes en pos de soluciones, tanto a

problemas de salud, como en relación a problemas nutricionales, agrícolas y medioambientales. A través de estas asignaturas electivas, y de los objetivos de aprendizaje propuestos, se espera desarrollar competencias científicas, así como habilidades y actitudes, para el siglo XXI, entre las que se encuentra el pensamiento crítico (MINEDUC, 2021a; MINEDUC, 2021b; MINEDUC, 2021c).

Para desarrollar el pensamiento crítico es necesario aplicar una enseñanza constructivista, puesto que, como establece Laburu (1996), la educación no solo se debe centrar en la construcción de un conocimiento específico, sino también en el desarrollo de una actitud crítica en los estudiantes, siendo este principio un elemento central dentro de esta concepción. Sin embargo, a pesar de estar presente la necesidad de desarrollar esta habilidad, Contreras (2016) concluyó que profesores de educación media tienden a una enseñanza más conductista, debido a que se centran en los contenidos científicos, priorizando el uso del texto del estudiante y actividades prácticas de laboratorio, por sobre otras estrategias didácticas. Es así como algunos docentes de Chile, que egresaron de distintas universidades en la última década, establecen que “no recibieron ninguna preparación específica en relación con el desarrollo del pensamiento crítico durante su formación docente” (García et al., 2018, p.68), por lo que no estarían preparados para implementar herramientas didácticas que fomenten esta habilidad cognitiva.

Para que los docentes del área de las ciencias lleven a cabo una labor competente, se hace necesario que adquieran, durante su formación inicial, competencias que les permitan conocer, analizar y aplicar estrategias de enseñanza efectivas en la entrega de una educación de calidad, lo cual también queda estipulado bajo el marco de los estándares pedagógicos elaborados por el MINEDUC (2012).

Una de las herramientas didácticas que apunta al desarrollo del pensamiento crítico son las controversias sociocientíficas (CSC) que, según Díaz y Jiménez (2012), se definen como opiniones disyuntivas, relacionadas a una temática científica, entre los distintos actores sociales, como periodistas, ciudadanos y científicos. Estas autoras indican que las CSC han surgido con el fin de ser usadas para enseñar ciencias y preparar a los estudiantes para enfrentarse a una sociedad moderna, participando en discursos y tomando decisiones en torno a temas científicos. Asimismo, Solbes y Torres (2012), consideran que las CSC permiten estructurar el pensamiento crítico al promover en los estudiantes el pensar de forma independiente, juzgar temas científicos y tomar

decisiones propias frente a las situaciones sociocientíficas. Dado su propósito, estas pueden ser utilizadas en asignaturas como ciencias para la ciudadanía, además de aquellas que forman parte de la electividad, como lo son ciencias para la salud, biología de los ecosistemas y biología molecular y celular, las cuales apuntan al desarrollo del pensamiento crítico como parte fundamental de la formación integral de los estudiantes.

Actualmente, Chile y otros países, se encuentran atravesando una crisis sanitaria que ha dificultado la educación. El contexto obligó al país a llevar a cabo la enseñanza de forma distinta: a través de una modalidad online. Esto implica un desafío para los docentes, puesto que, independientemente de las debilidades del nuevo sistema al que se ha sometido a la educación, continúa siendo su labor propiciar las condiciones para desarrollar las competencias que permitan a los estudiantes formarse integralmente. Frente a esto, la enseñanza de la ciencia no queda ajena, por lo que es necesario que los profesores del área logren “diseñar oportunidades de aprendizaje que permitan a los estudiantes desarrollar pensamiento crítico” (Millán et al., 2020), siendo necesario para ello el conocimiento de herramientas didácticas que fomenten estas competencias, lo que resulta ser trascendental frente al actual escenario.

Como menciona Millán et al. (2020), la pandemia resulta ser una oportunidad que permite reflexionar acerca de las herramientas y estrategias didácticas que se planifican para el aprendizaje de los estudiantes. Ante aquello, se puede mencionar que, hoy en día, temas controversiales como la aplicación de la vacuna contra el COVID-19 resultan ser también una ventaja para aportar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo del pensamiento crítico, a partir de la aplicación de herramientas didácticas como las CSC, que permiten trabajar la argumentación y la toma de decisiones.

Es por ello que el presente Seminario de Título tiene como propósito evaluar si las Controversias Sociocientíficas son una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico bajo la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología. Además de ello, se espera aportar al conocimiento de los futuros docentes de ciencias, ampliando el campo de saberes acerca de una de las herramientas didácticas que puede apoyar el desarrollo de competencias científicas: las CSC.

Propuesta de investigación

Pregunta de investigación

Desde la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, que hayan cursado la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética, ¿son las controversias sociocientíficas una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico?

Objeto de estudio

Las perspectivas de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, que hayan cursado la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética, sobre las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico.

Objetivo general

Evaluar si las controversias sociocientíficas son una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico bajo la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, que hayan cursado la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética, durante el primer semestre del año 2021.

Objetivos Específicos

- Identificar las controversias sociocientíficas que repercuten actualmente en la sociedad.
- Medir el nivel de pensamiento crítico que poseen los estudiantes.
- Analizar las diferencias entre las perspectivas iniciales y finales de los estudiantes respecto a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico.

Hipótesis

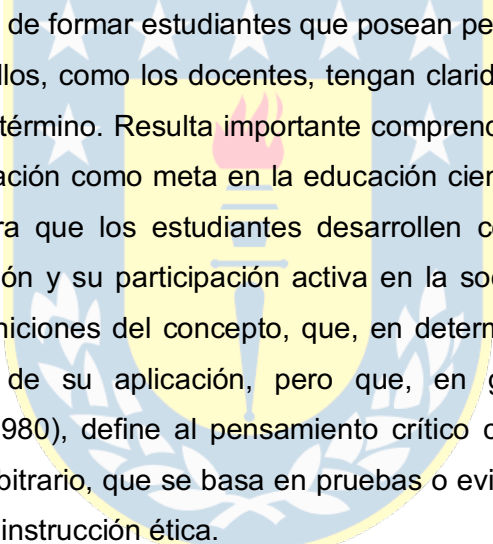
Los estudiantes que cursaron la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética reconocen que las controversias sociocientíficas, como herramienta didáctica, fomentan el pensamiento crítico.



Marco referencial

1. Pensamiento crítico y su conceptualización

En la actualidad, uno de los grandes desafíos que competen a la educación es el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes como futuros ciudadanos partícipes de una sociedad democrática. Esta competencia o habilidad científica es mencionada en la literatura lo suficiente como para considerarla un aspecto relevante dentro de la formación de las personas. A través del pensamiento crítico, se puede llegar a juicios basados en criterios importantes para la libertad y la autonomía, sensibilizando a quienes la poseen para contrastar una realidad social, política, ética y personal (Tamayo et al., 2015).



Frente al propósito de formar estudiantes que posean pensamiento crítico, surge la necesidad de que tanto ellos, como los docentes, tengan claridad acerca de la definición que se le ha dado a este término. Resulta importante comprender qué es el pensamiento crítico, tras su implementación como meta en la educación científica, además de permitir clarificar lo que se espera que los estudiantes desarrollen con esta habilidad que es relevante para su formación y su participación activa en la sociedad. Se han elaborado una variada serie de definiciones del concepto, que, en determinadas ocasiones, puede depender del propósito de su aplicación, pero que, en general, poseen algunas concordancias. Harvey (1980), define al pensamiento crítico como la capacidad de ser objetivo, imparcial y no arbitrario, que se basa en pruebas o evidencias, y es considerado un aspecto crucial para la instrucción ética.

Sternberg (1986), considera que el pensamiento crítico comprende los procesos mentales y las estrategias que utilizan las personas con el propósito de tomar decisiones, resolver problemas y aprender nuevos conceptos; el uso del pensamiento crítico por parte de las personas variará según las tareas de estas y las situaciones que las envuelven. La toma de decisiones requiere de un proceso reflexivo, que dependerá del contexto que el sujeto enfrente, para hacer uso del pensamiento crítico que le permitirá realizar tal acción.

Por otra parte, Saladino (2012) señala que, tras referencias obtenidas ante la etimología de la palabra, el pensamiento crítico se puede definir como:

[...] todo planteamiento intelectual producto de análisis, interpretaciones y problematizaciones racionales acerca de las manifestaciones de la realidad, sus fenómenos, situaciones e ideas, para generar cuestionamientos, juicios y propuestas orientadas a la promoción de cambios y transformaciones en beneficio de la humanidad. (p. 2)

Esto quiere decir que el pensamiento crítico es un proceso que implica analizar ciertas situaciones que conllevan a cuestionamientos y juicios de valor, orientados a la generación de un cambio en beneficio para la sociedad. Quien aplique el pensamiento crítico, será con el propósito de tomar una decisión a partir de un cuestionamiento reflexivo acerca de lo que lo rodea.

Otra de las definiciones de pensamiento crítico, es la entregada por los autores Paul y Elder (2003), quienes señalan que este término se refiere a la manera de pensar, sobre cualquier contenido, y que implica un sometimiento a un dominio profundo, apoderándose de las estructuras que componen el acto de pensar para mejorar el proceso, sometiendo tales estructuras a estándares intelectuales; por lo que el pensamiento crítico supone poseer habilidades de solución de problemas y un compromiso para evitar el pensamiento egocéntrico, el cual se basa en percepciones propias. Representa una cuestión intelectual, en la cual es necesario poseer dominio del conocimiento que envuelve el acto de pensar, con el propósito de evitar el uso de apreciaciones personales para asuntos que necesitan respaldo y argumentos.

Si bien no existe una definición concreta, que integre todas las concepciones acerca del pensamiento crítico, la esencia de este término es la misma para muchos autores. Bajo la premisa de las definiciones expuestas anteriormente, se puede decir que el pensamiento crítico resulta del acto de pensar bajo un dominio del tema o contexto que envuelve a un sujeto, con el propósito de que tome decisiones, a partir de pruebas o evidencias, siendo este un acto reflexivo, que requiere de análisis e interpretaciones y que, el principal aspecto que permite desarrollar, es el cuestionamiento hacia aquello que se presenta.

Luego de concebir una serie de definiciones acerca del pensamiento crítico, es necesario indagar en quienes poseen esta habilidad. Se suele describir a las personas

que han desarrollado el pensamiento crítico como “sujetos críticos”, lo cual también, para efectos de este seminario, es importante definir, puesto que esa es la meta que se quiere alcanzar para la formación de los ciudadanos del futuro que serán parte de las decisiones de la sociedad.

¿Qué es un sujeto crítico? para Paul y Elder (2003) un pensador crítico es capaz de formular problemas y preguntas esenciales, con claridad y precisión; acumular y evaluar información que es relevante y usar ideas abstractas para lograr interpretar la información de forma efectiva; llegar a conclusiones, a partir de su comprobación basada en criterios y estándares relevantes; reconocer y evaluar las consecuencias prácticas, y comunicar efectivamente las soluciones a problemas complejos. Por otro lado, según Betancur et al. (2010), un sujeto crítico es un ser consciente capaz de determinar su propia forma de vivir, unido al desarrollo de la sociedad, apoyado en la ciencia y capaz de ejercer una práctica transformadora.

Dado lo mencionado anteriormente, es importante señalar que el pensamiento crítico resulta ser esencial para la formación de las personas, comenzando por los estudiantes. Según Harvey (1980), el pensamiento crítico resulta ser un ideal educativo, puesto que busca, entre otros aspectos, preparar a los estudiantes para que sean adultos autosuficientes. Además, para Phan (2010) “el pensamiento crítico ayuda a las personas a pensar y analizar de forma crítica su propio aprendizaje, y a esforzarse y desarrollar su experiencia en sus ámbitos profesionales”. El mismo autor, sugiere que, en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje, el desarrollo del pensamiento crítico ha generado una mejoría en las habilidades pedagógicas de estudiantes de educación superior, lo cual también se puede trasladar a la formación de estudiantes en diferentes niveles.

2. Educación científica

La ciencia y la tecnología actualmente son de vital importancia para el desarrollo de la sociedad, por lo mismo, la educación científica comienza a tomar un rol fundamental; requiere ser enseñada para que, en el futuro, exista un apoyo social en la generación de investigaciones, se aporte al avance del conocimiento y, a su vez, se transfiera a otros, de manera que las personas puedan aportar en la toma de decisiones sobre asuntos sociocientíficos (Vázquez y Manassero, 2009). Debido a la importancia que

posee la educación científica, la contribución que genera en la cultura de la sociedad y su apoyo en la comprensión del universo, se ha vuelto necesaria su enseñanza obligatoria, de calidad y con equidad (Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2011).

En la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, se señala que la formación científica es importante, puesto que, para atender las necesidades fundamentales de la sociedad, es relevante que los estudiantes posean competencias y conocimientos científicos que puedan ser utilizados para el propósito mencionado (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2016). Por ello, la formación científica es una exigencia urgente en la actualidad, teniendo un papel importante en el desarrollo de las personas y la sociedad de la que son partícipes (UNESCO, 2016).

Bajo la premisa anterior, para lograr llevar a cabo una educación científica de calidad, es necesario comprender los elementos que la integran. Para Asencio (2012), la educación científica se centra en distintos componentes que están interrelacionados entre sí:

- Componente cognitivo: Son los conocimientos relacionados con la ciencia y sus implicancias en la vida diaria.
- Componentes procedimentales: Se relacionan con los procedimientos científicos tales como formular hipótesis, buscar información en fuentes confiables y discutir conclusiones. También se relaciona con las habilidades que permiten al estudiante aprender por sí mismo y trabajar en equipo.
- Componente afectivo: Es la motivación y los sentimientos positivos que se pueden promover en los estudiantes en torno a la ciencia y la tecnología.
- Componente valorativo: Se relaciona con la reflexión de los discentes, de forma crítica, respecto a asuntos sociocientíficos.
- Componente participativo: Son las instancias que permiten a los estudiantes opinar, decidir, generar iniciativas y acciones ciudadanas sobre cuestiones sociocientíficas.

Pese a que la literatura hace énfasis en la importancia de la educación científica para la formación de los estudiantes, según la UNESCO (2016), esta área en América Latina continúa presentando deficiencias: se encuentra descontextualizada, es decir,

desconectada de la vida cotidiana y sus problemas; se encuentra centrada en la transmisión de conocimientos científicos más que en los espacios en los que se generan los saberes; los educadores no se actualizan científica ni didácticamente, existiendo una falta de propuestas que promuevan el aprendizaje mediante la solución de problemas y la indagación científica; y, por último, existe poca interacción entre comunidades educativas y comunidades científicas, lo que implica un retraso en los objetivos que se han propuesto en la formación integral de los estudiantes y el papel que debería jugar la educación científica en ello.

2.1. Estado de la educación científica en Chile

Si bien se ha establecido por años la importancia de la educación científica de calidad y su papel relevante en el desarrollo de competencias científicas que apoyen la formación de ciudadanos conscientes de la realidad que los rodea, aún existen deficiencias respecto a ello. En cuanto a Chile, los resultados evidenciados, en años anteriores (2015-2018), por el informe PISA, demuestran que hay falencias referidas al desarrollo de las habilidades descritas para el siglo XXI, tales como “habilidades de pensamiento crítico, creatividad, colaboración, comunicación, innovación, entre otras” (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], s.f.).

PISA (Programme for International Student Assessment), traducido al español como Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, tiene como propósito conocer las competencias que poseen los estudiantes para analizar y resolver problemas, manejar información que les permita enfrentar el futuro y demás situaciones en las que requerirán de aquellas habilidades; se concentra en competencias lectoras, matemáticas y científicas (OCDE, s.f.). La labor de la prueba aplicada a través de este programa, según la OCDE (s.f.), es conocer el nivel de éxito que poseen los sistemas educativos respecto a la formación de competencias y habilidades en sus estudiantes, para que alcancen los objetivos que la sociedad del siglo XXI requiere, por ende, bajo estas concepciones, la evaluación no apunta a aspectos relacionados a la memorización, sino que apelan a la contextualización de la vida cotidiana de los estudiantes.

Con respecto a la educación científica, es necesario señalar que, dentro del informe PISA, como se mencionó anteriormente, se ven reflejadas las competencias

científicas que poseen los estudiantes. Los resultados de los años 2015-2018, han revelado que Chile posee un promedio significativamente mayor en Ciencias Naturales respecto a los demás países de Latinoamérica, sin embargo, aún está muy por debajo del promedio del resto del mundo, puesto que se registra que un tercio de los estudiantes de 15 años (35,3%) no ha alcanzado el nivel 2, es decir, las competencias científicas mínimas (Agencia de Calidad de la Educación, 2019). Esto evidencia las deficiencias que aún se perciben en la educación científica y la enseñanza de las ciencias que, si bien pueden ser preocupantes, permiten al país enfrentarse a ello a partir de un proceso paulatino.

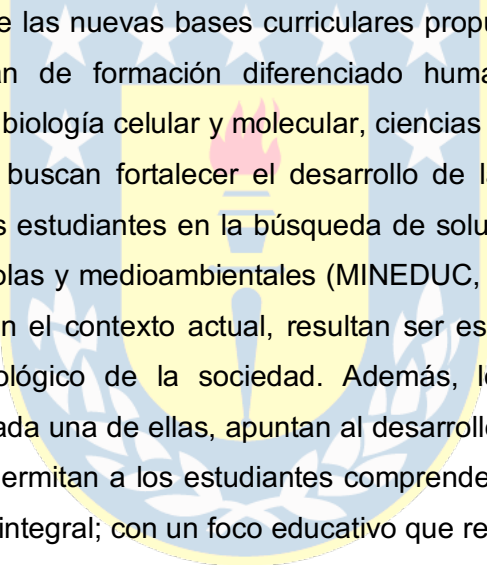
2.2. Nuevo currículum enseñanza de la ciencia

Dada la importancia que posee la educación científica en el mundo ante la constante necesidad del desarrollo de una sociedad que avance al ritmo de la ciencia, y en pos de mejorar las falencias detectadas en la formación de competencias científicas en los estudiantes chilenos, se han elaborado una serie de reformas educativas en las cuales se expresa una organización curricular que tiene como objetivo mejorar las habilidades científicas de los alumnos.

El principal documento del currículum nacional son las Bases Curriculares, las cuales ofrecen una base común de la cultura para todo el país a partir de Objetivos de Aprendizaje establecidos para cada nivel educativo, asegurando la integración social y una experiencia educativa similar para todos (MINEDUC, 2015). Respecto a Ciencias Naturales, la organización curricular integra habilidades y procesos de investigación científica, que permitirán a los estudiantes desarrollar, entre otros aspectos, el pensamiento crítico para que sea utilizado en todos los ámbitos de su vida (UCE, s.f.).

En el año 2019, se expusieron las nuevas bases curriculares para enseñanza media, específicamente en los niveles de tercero y cuarto medio, orientadas hacia la asignatura de “Ciencias para la ciudadanía”. A partir de ello, se buscó instaurar un diseño curricular en el cual se fomentara la alfabetización científica y, entre otras habilidades, el pensamiento crítico (MINEDUC, 2019). Además, estas nuevas bases exponen Objetivos de Aprendizaje (OA), en donde se espera que los estudiantes de tercero y cuarto medio

sean capaces de planificar y conducir una investigación, analizar e interpretar datos, construir explicaciones, diseñar soluciones y evaluar. Respecto a esto último, se entabla como objetivo el desarrollar la capacidad de analizar críticamente problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología (MINEDUC, 2019) las cuales, en la enseñanza de las ciencias, reciben el nombre de controversias sociocientíficas (CSC), herramienta didáctica adecuada para el logro de tal objetivo, que permite abarcar los problemas controversiales de ciencia-sociedad-tecnología. Si bien la utilización de esta herramienta didáctica ayudaría a satisfacer las necesidades de una sociedad que se ve constantemente afectada por los avances de la ciencia, también, en referencia a lo anteriormente mencionado en este capítulo, su aplicación en el aula se transforma en un desafío para los responsables de la enseñanza de las ciencias.



A su vez, dentro de las nuevas bases curriculares propuestas por el Ministerio de Educación, existe el plan de formación diferenciado humanístico-científico, el cual presenta disciplinas como biología celular y molecular, ciencias para la salud y biología de los ecosistemas, las que buscan fortalecer el desarrollo de la alfabetización científica, además de capacitar a los estudiantes en la búsqueda de soluciones para problemas de salud, nutricionales, agrícolas y medioambientales (MINEDUC, 2021a; MINEDUC, 2021b; MINEDUC, 2021c) que, en el contexto actual, resultan ser esenciales para contribuir al avance científico y tecnológico de la sociedad. Además, los OA propuestos en el programa de estudio de cada una de ellas, apuntan al desarrollo de habilidades, actitudes y conocimientos que les permitan a los estudiantes comprender el mundo que los rodea, aportando a su formación integral; con un foco educativo que reside, entre otros aspectos, en la profundización de conocimientos de biología, junto al desarrollo de habilidades y actitudes para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, que son necesarias para entender y abordar problemas de forma integrada con base en el análisis de evidencia (MINEDUC, 2021a; MINEDUC, 2021b; MINEDUC, 2021c).

Ante las nuevas exigencias por parte del Ministerio de Educación, el profesorado se ve en la obligación de actualizarse constantemente, ya sea respecto a los conocimientos científicos, como también en relación a la didáctica de las ciencias. Entre las diversas debilidades que posee Chile en relación a la educación científica, se encuentra la falta de preparación que poseen los docentes respecto a una formación científica sólida; aquello no solo hace referencia al dominio del contenido que el

profesorado de ciencias posee, sino que también involucra los conocimientos y habilidades relacionados, entre otros aspectos, al manejo de la didáctica de la ciencia, los cuales suelen dejarse de lado en cursos superiores (Furió-Más, 1994; Carrascosa et al., 2008; citados por Cofré, et al., 2010).

3. Plan de estudio y formación inicial docente carrera Pedagogía en Cs. Naturales y Biología (UdeC)

Una de las universidades chilenas encargada de la formación de los futuros profesores de ciencia es la Universidad de Concepción. Esta casa de estudio corresponde a una institución de educación laica y responsabilidad pública, que tiene como misión la formación integral y pluralista de las personas; la generación, adaptación y transmisión de conocimiento; y la creación e interacción cultural a través de una permanente vinculación con el medio y su compromiso con el desarrollo regional y nacional en un contexto de integración y globalización (Universidad de Concepción [UdeC], 2016).

Entre los años 2011-2012, la Universidad de Concepción realizó un diagnóstico estratégico de las carreras de pedagogía, del cual participaron tanto profesores como estudiantes. Para ello, se realizaron análisis FODA y se examinaron los informes de acreditación de cada una de las carreras, además de la revisión de políticas educativas, informes nacionales e internacionales acerca de la formación inicial docente (Cisterna et al., 2016). A partir de lo anterior, se concluyó la existencia de los siguientes nudos críticos en las carreras de pedagogía, los cuales justificaron la necesidad de realizar un rediseño curricular: se evidenció una desactualización de los planes de estudio, una duplicidad de contenidos, una desalineación con las políticas nacionales y una desarticulación entre la formación pedagógica y disciplinar; la ausencia de un perfil de egreso alineado con el modelo educativo de la Universidad de Concepción; y la inexistencia de un sistema formal de prácticas pedagógicas, que gestione el vínculo con los establecimientos escolares, supervise el proceso de inserción de los estudiantes y evalúe su desempeño (Cisterna et al., 2016).

Por lo anterior, el Modelo Educativo de la Universidad de Concepción es sometido a cambios: los procesos formativos y su concepción curricular comienzan a ser orientados

[...] al desarrollo de competencias, nuevas formas de enseñar y aprender, nuevas metodologías de aprendizaje, nuevas formas de evaluar los resultados de aprendizaje, inserción de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC`s) en la enseñanza, el aprendizaje y la gestión del conocimiento. (UdeC, 2011, p. 7)

El plan de estudios, definido como “el conjunto de asignaturas, módulos y otras actividades curriculares ordenadas en una secuencia preestablecida conducente a la obtención de un Grado Académico o un Título Profesional” (UdeC, 2011), de las carreras de Pedagogía, es sometido, en el rediseño curricular de la Universidad de Concepción, a una reelaboración, en el cual se diseñaron nuevas asignaturas y, en otros casos, se actualizaron los contenidos de las ya existentes (Cisterna et al., 2016). Además, en él se expresa la nueva orientación del aprendizaje, que va dirigido hacia el desarrollo de competencias tanto necesarias fuera de la disciplina como aquellas específicas de la profesión. A su vez, va orientado hacia los resultados de aprendizaje, es decir, lo que se espera que el estudiantado sea capaz de hacer al finalizar el proceso educativo (UdeC, 2011).

Dentro de las carreras de Pedagogía se encuentra Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, dirigida hacia la enseñanza de las ciencias. En ella también fueron aplicadas las modificaciones curriculares, por lo que las competencias quedan expresadas tanto en su plan de estudio como en su perfil de egreso. Una de las competencias que se busca desarrollar en los estudiantes de la carrera es el pensamiento crítico, puesto que es relevante debido a que, según lo que sugiere Harvey (1980) esta capacidad influye en los profesores para que puedan respetar el derecho de los estudiantes para cuestionar y desafiar la enseñanza y todo aquello que les rodea, instaurando en ellos mismos la formación a partir del pensamiento crítico. También, de acuerdo a lo que expone Miranda (2003), el pensamiento crítico les permite a los docentes enfrentar de mejor manera su profesión, les facilita su adaptación a los cambios del ámbito laboral, además les otorga la capacidad de anticiparse a las dificultades y desarrollar estrategias lógicas para solucionar aquellas problemáticas.

A su vez, se espera que los docentes de Pedagogía en Cs. Naturales y Biología, bajo la descripción de su perfil de egreso, asuman responsable y consecuentemente la formación integral de sus futuros estudiantes de acuerdo a los lineamientos curriculares nacionales, a partir de una formación superior que permita contribuir a la alfabetización científica, sustentada en el desarrollo del pensamiento crítico (Facultad de Educación

Universidad de Concepción, s.f.). Por ello, es necesario que la Universidad, tras lo declarado, entregue las herramientas necesarias a los futuros docentes para que puedan aplicar diversas estrategias didácticas en pos de una enseñanza adecuada a sus futuros estudiantes.

4. Estrategias didácticas

Como se mencionaba en apartados anteriores, la enseñanza de la ciencia ha tenido que sufrir algunos cambios debido a las nuevas exigencias presentes en la sociedad actual. Los docentes tienen el desafío de responder ante tales exigencias a partir de diferentes medidas, entre las que se encuentra la modificación del proceso de enseñanza y aprendizaje, considerando la didáctica de las ciencias, que corresponde al estudio del proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos biológicos, químicos y físicos (Caballero y Recio, 2007).

Entre las transformaciones que se evidencian en la enseñanza de las ciencias, se puede mencionar lo siguiente: se está obteniendo un enfoque más humanista, ya que está contribuyendo a la cultura general y tomando en cuenta problemas éticos que envuelven a la ciencia-tecnología; una mayor familiarización de los estudiantes con la actividad científica e investigadora; el desarrollo de una actitud crítica y reflexiva en los discentes entorno a problemas de su entorno, a su vez, sin olvidar el desarrollo de valores como la responsabilidad y solidaridad; entre otros aspectos (Arteaga et al., 2016).

Hay diversas estrategias didácticas que permiten contribuir al desarrollo de la actitud crítica y reflexiva en los estudiantes, especialmente el pensamiento crítico. López (2012) recopila modelos diseñados para desarrollar el pensamiento crítico en el aula, entre ellos se encuentran el Modelo de evaluación procesual de Mayer y Goodchild, el Modelo de pensamiento dialógico de Paul y colaboradores, el Modelo de comunidad de investigación de Lipman y, por último, el Modelo de la controversia de Beltrán y Pérez.

El modelo de evaluación procesual se focaliza en la comprensión y evaluación de argumentos, mediante el análisis de discursos o escritos. En este caso, el pensamiento crítico es utilizado para comprender las afirmaciones entregadas por el escrito para poder criticar la postura expuesta por el autor y, a su vez, confrontarla con la propia (Mayer y Goodchild, 1990; citado por López, 2012).

El modelo de pensamiento dialógico es propuesto con el fin de eliminar prejuicios, imparcialidad e irracionalidad. A través de este, los estudiantes asumen otros roles y razonan puntos de vista contrarios, con el fin de profundizar en las deficiencias y debilidades que estas posean (Paul et al., 1995; citado por López, 2012).

El modelo de comunidad de investigación busca una pedagogía basada en el juicio, apoyada en el diálogo. Este modelo se compone por el texto en forma de relato, el desarrollo de un plan de discusión, la solidificación de la comunidad, la utilización de ejercicios y actividades para la discusión y, por último, alentar compromisos para el futuro (López, 2012).

El modelo de la controversia corresponde a la contraposición de ideas, conclusiones y teorías que existen entre los estudiantes, los que, finalmente, deberán llegar a un acuerdo respecto a estos aspectos. Es importante que el tema a discutir sea del interés de los discentes y la controversia sea dirigida por el docente (Beltrán y Pérez, 1996; citado por López, 2012).

Autores como Solbes y Torres (2012) determinan la existencia de otra estrategia didáctica destinada al desarrollo del pensamiento científico: las CSC. Esta también es señalada por otros autores, tales como González (2012), pero es categorizada como una herramienta didáctica para el mismo propósito.

Finalmente, las estrategias didácticas se definen como “una secuencia de actividades planificadas y organizadas sistemáticamente, con la finalidad de construir el conocimiento” (Pastor, 2019, p. 21) y una herramienta didáctica corresponde a “aquellos recursos materiales o conceptuales empleados con el fin de alcanzar una meta educativa” (Rodríguez y Gamarra, 2017, p. 61). Tras las definiciones expuestas, en este estudio, se le atribuirá a las CSC la categorización de herramienta didáctica.

5. Controversias sociocientíficas (CSC) como herramienta para el desarrollo del pensamiento crítico

Los profesores de ciencias, se ven en una constante necesidad de diseñar y rediseñar las estrategias didácticas que utilizan para lograr el aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas que se estipulan en las bases curriculares. Por ende, resulta relevante ampliar el conocimiento en relación a estrategias y herramientas que les permitan cumplir aquello. Un ejemplo de ello pueden ser las controversias sociocientíficas (CSC).

Las controversias sociocientíficas (CSC) corresponden a problemáticas presentes en la sociedad, en las que juegan un rol clave la ciencia y tecnología e intervienen gran variedad de actores sociales, los cuales poseen diversas opiniones en torno a las problemáticas; esto los conduce a discrepancias y, en consecuencia, a debates (Díaz y Jiménez, 2012; Vilouta et al., 2017). Por lo tanto, las CSC en el aula entregan a los estudiantes instancias para proponer distintas explicaciones a diversos cuestionamientos y, como resultado, les permite prepararse para enfrentar correctamente futuras problemáticas que involucran tanto la ciencia como dimensiones éticas, culturales, filosóficas, sociales, económicas, ambientales, entre otros (Solbes y Torres, 2012). Aun así, antes de emitir una opinión es necesario que “la escuela forme en los conocimientos científicos mínimos para que los ciudadanos tengan condiciones de juzgar el contexto científico en el que están insertados y tomar decisiones fundamentadas” (Sadler et al., 2004; citado por Solbes y Torres, 2012, p. 250).

Las CSC en la educación científica han surgido con el fin enseñar ciencias (Díaz y Jiménez, 2012), por lo tanto, son conocidas como una herramienta didáctica dirigida hacia el aprecio de la naturaleza de la ciencia, a trabajar la argumentación y/o implicar aspectos morales y afectivos en el aprendizaje de las ciencias (España y Prieto, 2010). A su vez, es conocida por su potencial para desarrollar la alfabetización científica (Díaz et al., 2019) y estructurar el pensamiento crítico en los estudiantes, es decir, generar un pensar propio que les permita distinguir lo verdadero de lo falso y poder tomar una posición activa frente a temas sociales que requieren de decisiones (Solbes y Torres, 2012).

Solbes (2013) concluyó que, tras aplicar las CSC en el aula, estas favorecen la argumentación, el debate y el desarrollo de competencias críticas tales como: comprender que la ciencia es el resultado de la actividad humana y, por lo tanto, que está relacionado con la sociedad; cuestionar los argumentos y rechazar información no basada en pruebas;

realizar juicios éticos en torno a la CSC; y llegar a conclusiones que lleven a tomar decisiones fundamentadas.

5.1. Las controversias sociocientíficas y el desarrollo del pensamiento crítico en tiempos de pandemia

Chile, y la mayoría de países del mundo, se encuentran atravesando una crisis sanitaria debido al virus COVID-19; dada la alta capacidad de transmisión de este agente patógeno, se ha generado un colapso en el sistema de salud de varios países (George et al., 2020). Por esta razón, científicos e investigadores se unieron para crear una serie de vacunas que permitieran lograr la inmunidad de rebaño, que no sería conferida por el curso natural de la infección, y que fueran seguras y eficaces en el menor tiempo posible, lo cual traía consigo diversas dificultades (George et al., 2020).

Actualmente hay vacunas que han sido aceptadas y distribuidas a los países para emplear la respectiva inoculación a la población. Chile no queda exento de ello, ya que se encuentra en pleno proceso de vacunación contra el COVID-19, sin embargo, bajo este contexto, han surgido una serie de personas escépticas y antivacunas que utilizan las redes sociales para desinformar y propagar opiniones y noticias falsas en relación al tema (Pontificia Universidad Católica de Chile [UC], 2021). Las redes sociales están muy presentes en la vida diaria de las personas como medio de interacción social, a tal punto que llegan a influenciar a quienes participan en ellas, incluso a generar manipulación con la información que es publicada, específicamente en aquellos que no tienen bien estructurado el pensamiento crítico (Rojas, 2020), evidenciándose así la necesidad de formar ciudadanos que se encuentren alfabetizados científicamente y que logren desarrollar el pensamiento crítico, siendo capaces de identificar, bajo el contexto mencionado, información verídica y correctamente respaldada, discriminando noticias reales de aquellas que resultan ser falsas (Rúa, 2017).

Para el desarrollo del pensamiento crítico, tal como se ha mencionado anteriormente, los docentes pueden recurrir al uso de las CSC, puesto que resultan ser una herramienta didáctica adecuada para el fomento de esta habilidad; la pandemia actual ha conllevado al surgimiento de temas controversiales, como los ya explicados, que competen a la ciencia junto al papel que esta desempeña en la sociedad.

Por otro lado, el contexto actual de la pandemia, ha demostrado la relevancia que posee en los establecimientos la aplicación de asignaturas presentes en la Formación Diferenciada de Ciencias, incorporadas recientemente por el Ministerio de Educación, especialmente Biología Celular y Molecular. A partir de su enseñanza, permite apoyar el entendimiento de una de las temáticas que actualmente está en discusión, que es la aplicación y mecanismo de acción de las vacunas. Se encuentra estipulado en las Bases Curriculares que uno de los OA que busca lograr esta asignatura es que los estudiantes analicen críticamente el significado del dogma central de la biología molecular, donde, además, se plantean conceptos que, si bien se ven en años anteriores, a partir de la formación diferenciada se pueden profundizar (MINEDUC, 2019), teniendo relación con la comprensión del funcionamiento de tecnologías como PCR, los mecanismos de acción de las vacunas, ADN, ARNm, entre otros. Además, en el mismo documento, se expone que la asignatura también plantea el análisis del desarrollo del conocimiento de la biología celular y molecular en Chile y el mundo, relacionando la ciencia, tecnología y sociedad (MINEDUC, 2019).

A partir de lo anterior, los estudiantes podrán emitir opiniones y tomar decisiones de forma consciente y con base científica frente a interrogantes como “¿Me vacuno?” “¿Qué vacuna me aplico?”, para lo cual es necesario fomentar el pensamiento crítico y, a su vez, entregar un adecuado conocimiento que les permita comprender su realidad actual. Esto también les otorgará la capacidad de juzgar la información que encuentren en redes sociales, para así no ser influenciados ni manipulados por contenido falso o con evidente falta de rigor científico.

Tras la revisión bibliográfica realizada, se puede señalar que las controversias sociocientíficas han sido señaladas como una herramienta didáctica potencial a utilizar por su papel en el desarrollo del pensamiento crítico y otras competencias científicas. El currículum actual que rige la educación requiere de estrategias y/o herramientas didácticas que permitan el desarrollo de habilidades para el siglo XXI, entre las que se encuentra el pensamiento crítico, sin embargo algunos docentes no recibieron preparación suficiente para este propósito (García et al., 2018), por lo que no estarían preparados para implementar herramientas didácticas que fomenten esta habilidad cognitiva.

Diseño metodológico

Fundamento metodológico

El estudio se desarrolla bajo un **enfoque de investigación** de **carácter mixto**, con el propósito de obtener una mayor comprensión en relación al planteamiento de este seminario, además de permitir una mayor capacidad de explicación de la investigación a partir de la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, interpretando los resultados de ello de forma conjunta y amplia, facilitando, a su vez, el proceso de muestreo (Hernández et al., 2014). Si bien el método utilizado es de carácter mixto, este tuvo un mayor énfasis en el método cualitativo por sobre el cuantitativo (**QUAL – cuan**), donde el primero representa los fenómenos mediante el uso de textos, narrativas, símbolos y elementos visuales, mientras que el segundo representa los fenómenos a través de números y transformaciones de números, como variables numéricas y constantes, gráficas, funciones, fórmulas y modelos analíticos (Hernández et al., 2014). En sí mismo, el enfoque mixto **QUAL - cuan** se utiliza en algunas investigaciones, ya que permite instancias para la toma de datos objetivos a través de un método cuantitativo, a la vez que abarca métodos de recolección de datos cualitativos, que permiten conocer perspectivas y puntos de vista (coincidente con el objetivo de este seminario) de los individuos partícipes del estudio, resultando en una descripción y análisis más específico (Hernández et al., 2014).

Dado que la investigación es mixta, el **diseño** bajo el cual se rigió principalmente es **diseño anidado concurrente de modelo dominante**, ya que los datos cuantitativos y cualitativos fueron recabados de forma simultánea; dado que el método con menor prioridad es el cuantitativo, este fue anidado dentro del método central, correspondiente al cualitativo (Hernández y Mendoza, 2018). A su vez, también se considera el diseño de tipo **preexperimental**, ya que se realizó en una única medición, sin grupo de control ni comparaciones (Hernández et al., 2014). Además, de acuerdo a la definición de los mismos autores, hubo un punto de referencia inicial a través del pre-cuestionario, para luego establecer un estímulo correspondiente al taller de CSC y, finalmente, la aplicación de un post-cuestionario que permitió reflejar los cambios. Por otro lado, además del diseño de tipo preexperimental, se aplicó un **diseño de estudio de intervención**, donde

se expuso a los participantes a una situación que desencadenó en ellos un efecto en particular (Creswell, 2013 y Reichardt, 2004; citados por Hernández et al., 2014).

La **dimensión temporal** de la investigación es de tipo **longitudinal**, debido a que el estudio tuvo como objetivo recolectar datos en etapas diferentes, lo que permitió realizar un contraste en torno a la evolución de la muestra (Hernández et al., 2014). En el caso del presente seminario, se buscó comparar los datos obtenidos antes y después de haber aplicado el taller de CSC descrito en las técnicas de recolección de datos.

El estudio tiene un **alcance exploratorio**, ya que el problema de investigación es poco estudiado (Hernández et al., 2014). Si bien existen estudios descriptivos relacionados a la temática, falta profundizar en la formulación de una metodología que permita aplicar el fenómeno a estudiar. Además, este se indaga a partir de una metodología nueva, empleando una técnica que, si bien está dirigida a la recolección de datos, puede ser una herramienta aplicable para apoyar la labor de los futuros docentes, ya sea para quienes serán partícipes de la investigación, como para quienes puedan finalmente acceder a este seminario.

La **unidad de análisis** que se estudia para la investigación son las perspectivas de los estudiantes que hayan cursado la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética acerca de las CSC como una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico.

Respecto a las variables presentes en el estudio, en el caso de la **variable dependiente**, esta corresponde a las perspectivas de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología. En el caso de la **variable independiente**, esta corresponde al taller de aplicación diseñado en torno a las controversias sociocientíficas. Hernández et al. (2014) señalan que la variable dependiente corresponde a aquella que no se manipula, sino que es a través de la cual se verifica el efecto que la variable independiente tiene sobre ella.

Técnica de recolección de datos

Objetivo (1): Identificar las controversias sociocientíficas que repercuten actualmente en la sociedad.

Para lograr identificar las controversias sociocientíficas que repercuten a la sociedad actualmente, se realizó una búsqueda de ellas a través de distintos medios de comunicación, tales como sección de noticias de Google, artículos científicos y redes sociales (Facebook y Tik Tok), puesto que estas últimas también ayudan a la difusión de información y conocimiento de forma más eficiente (Sanchez et al., 2017). A partir de ello, se recopilaron controversias sociocientíficas asociadas a temáticas controversiales, como: Vacunas COVID-19, Biotecnología e Ingeniería Genética y Cambio climático, a través de las cuales se reflejaron claramente diferencias de opiniones entre ciudadanos, periodistas y científicos, lo cual resulta concordante con la definición entregada por Díaz y Jiménez (2012) acerca del término. A partir de la recopilación se generó una tabla de frecuencias (Tabla 4) respecto a la mención de las controversias, entre enero 2020 - agosto 2021.

Luego de ello, se seleccionaron las controversias sociocientíficas que se observaron con mayor frecuencia (mayor número de menciones) en las redes sociales y medios de comunicación, según la tabla de frecuencia realizada tras el objetivo anterior, y a través de las cuales se evidenció una clara diferencia de opiniones entre los distintos miembros de la sociedad. Ante ello, las CSC que fueron mencionadas un mayor número de veces en los medios consultados (mayor frecuencia) correspondieron a la temática de vacunas contra el COVID-19, por lo tanto, fueron incorporadas en el taller de controversias sociocientíficas para concretar el objetivo 2 de esta investigación.

Objetivo (2): Medir el nivel de pensamiento crítico que poseen los estudiantes.

Para medir el nivel de pensamiento crítico que poseen los estudiantes, se creó un taller de controversias sociocientíficas (Anexo 3) a partir del objetivo anterior (1). Este contiene actividades elaboradas con preguntas abiertas, las cuales se encuentran contextualizadas en torno a la temática actual relacionada a las vacunas contra el COVID-19. Además de ello, las actividades, y la implementación en sí misma del taller, tienen por objetivo acercar a los estudiantes de Pedagogía en Cs. Naturales y Biología a una posible metodología a utilizar para fomentar el pensamiento crítico, siendo comprobada por ellos

mismos su funcionalidad. Cabe destacar que las preguntas que son parte del taller se basan, en gran proporción, en el tipo de preguntas expuestas en el test EP - 2C construidas por Carrasco (2018) en su trabajo de investigación.

Para evaluar el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes a través del taller de CSC, se realizó una categorización de desempeño a nivel argumentativo, puesto que, como se mencionó dentro del marco teórico de esta investigación, el pensamiento crítico se relaciona, principalmente, con la habilidad de tomar decisiones de forma argumentada, evitando así la utilización de una evaluación dirigida a respuestas correctas e incorrectas, que pueda desviar la atención del objetivo. Este tipo de categorización fue utilizada por Carrasco (2018), justificada por la misma autora, a partir de la consideración de que no hay respuestas acertadas ni erróneas, sino que se busca una evidencia de la capacidad argumentativa ante una interrogante y postura propuesta.

Los puntajes que se le asignan a las actividades del taller son los siguientes:

- **LOGRADO (2 puntos):** se asigna cuando el sujeto es capaz de argumentar de manera coherente y clara, acercándose a la respuesta esperada¹ de forma satisfactoria.
- **MEDIANAMENTE LOGRADO (1 punto):** se asigna cuando el sujeto es capaz de argumentar acercándose levemente a la respuesta esperada.
- **NO LOGRADO (0 puntos):** se asigna cuando el sujeto no es capaz de argumentar de manera coherente y clara u omite la respuesta.

Cabe destacar que aquellas preguntas que no requerían de argumentación, fueron evaluadas bajo diferentes pautas (Anexo 7) según los ítems correspondientes.

Objetivo (3): Analizar las diferencias entre las perspectivas iniciales y finales de los estudiantes respecto a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico.

Para obtener otros de los datos relevantes que apoyan el cumplimiento del objetivo de la investigación, se elaboraron y aplicaron un cuestionario inicial y un

¹ La respuesta esperada corresponde a las respuestas obtenidas por los participantes de la prueba piloto.

cuestionario final. En primer lugar, el **cuestionario inicial** (Anexo 4) formó parte del proceso de conocimiento inicial, que contó con preguntas abiertas y cerradas, las cuales permitieron entregar una visión sobre las perspectivas y conocimientos iniciales de los estudiantes en torno a las controversias sociocientíficas y su uso para fomentar el pensamiento crítico.

Luego, tras la implementación del taller descrito en el objetivo anterior (2), se aplicó un **cuestionario final** (Anexo 5), como parte del proceso final de la intervención, el cual comprendió preguntas cerradas y abiertas, que incluyeron aquellas realizadas en el cuestionario inicial, con el fin de verificar los cambios generados tras la intervención del taller de controversias sociocientíficas, además de indagar, luego de ello, en las perspectivas finales de los estudiantes.

Finalmente se recopilaron las respuestas asociadas a las intervenciones anteriores y se describieron las perspectivas iniciales (cuestionario inicial) y finales (cuestionario final) para establecer y comparar las diferencias existentes entre ellas.

Validación de los instrumentos de recolección de datos

Para la validación de instrumentos, se llevó a cabo, en primer lugar, un **Focus Group**, conformado por un grupo de profesores de la Universidad de Concepción. Previo a la aplicación de los instrumentos de recolección de datos en la muestra correspondiente, y una vez validados, se realizó una **prueba piloto** en la que fueron partícipes estudiantes de cuarto año de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, campus Concepción. Según Hernández et al. (2014) la prueba piloto se utiliza con el fin de verificar la pertinencia y eficacia de los instrumentos de recolección de datos, así como las condiciones de su aplicación y los procedimientos involucrados en ello. Los mismos autores señalan que con ella se calculan la confiabilidad y validez iniciales de los instrumentos. Respecto a esto último, se llevó a cabo el cálculo de fiabilidad, para el instrumento correspondiente al taller de CSC, a través del coeficiente Alfa de Cronbach (Tabla 2 y 3), el cual dio como resultado un valor de 0,661 denotando un nivel alto de fiabilidad (Ruiz Bolívar, 2002).

Población

Los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles.

Muestra

La muestra que fue elegida para la investigación corresponde a los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles que cursaron la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética, durante el primer semestre del 2021. Este tipo de muestra corresponde al **no probabilístico**, puesto que se seleccionó según el propósito de la investigación, además que esta misma no ha sido escogida con el fin de que los casos sean estadísticamente representativos de la población (Hernández et al., 2014).

Análisis de datos

Los datos obtenidos a partir de los instrumentos señalados en las “técnicas de recolección de datos”, fueron analizados, de forma cuantitativa, a través de un **análisis estadístico descriptivo**, utilizando los programas Microsoft Excel y SPSS, y de forma cualitativa, a partir de la **agrupación** de respuestas con ideas semejantes, las que se **categorizaron** en una idea representativa en común y se les asignaron **códigos** para su tabulación.

Plan de intervención

La intervención realizada se llevó a cabo en tres sesiones, de dos horas pedagógicas:

- **Sesión I:** En esta sesión los estudiantes respondieron el cuestionario inicial, y se dio inicio al taller de CSC, el cual fue dividido en 5 secciones. En esta sesión se abordaron 2 secciones (1 y 2) del taller correspondiente a las habilidades de interpretación y análisis.
- **Sesión II:** Durante esta sesión los estudiantes continuaron con las secciones 3 y 4 (habilidades de evaluación e inferencia, respectivamente) del taller de CSC.
- **Sesión III:** Finalmente, en esta sesión los estudiantes realizaron la última sección del taller (correspondiente a la habilidad de explicación), donde, posteriormente, respondieron el cuestionario final. Además de ello, se llevó a cabo una mesa

redonda que, si bien no fue parte de la recolección de datos para el estudio, resultó en un incentivo para trabajar la discusión con los estudiantes.



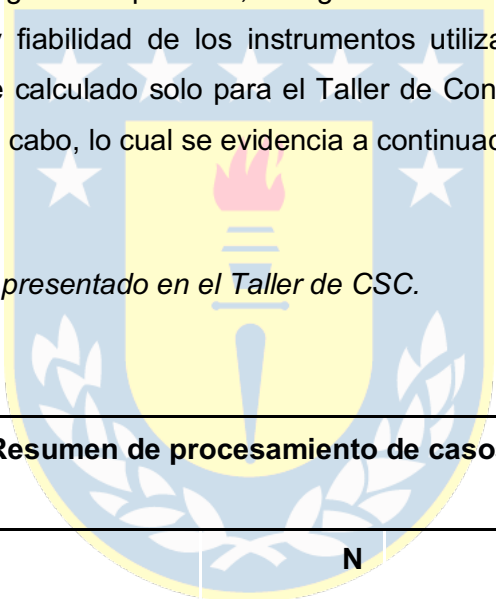
Resultados Pilotaje

Para verificar la claridad de los instrumentos de recolección de datos, además de corroborar si estos cumplen con los propósitos establecidos para la investigación, se llevó a cabo una Prueba Piloto en 12 estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, campus Concepción, los cuales se encontraban cursando la asignatura de Diseño e Implementación Didáctica en la Especialidad.

Tras la aplicación de la Prueba Piloto, se logró evidenciar una serie de aspectos de medición, tales como el tiempo empleado, por parte de los estudiantes, para responder los diferentes instrumentos de recolección de datos (cuestionarios y taller), claridad y comprensión de las preguntas aplicadas, congruencia de las respuestas con los propósitos establecidos y fiabilidad de los instrumentos utilizados a través de Alfa de Cronbach. Esto último fue calculado solo para el Taller de Controversias Sociocientíficas (de 5 secciones) llevado a cabo, lo cual se evidencia a continuación.

Tabla 1

Fiabilidad del instrumento presentado en el Taller de CSC.



Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	12	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	12	100,0

Nota. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

En cuanto al resumen de procesamiento de casos, emitida por SPSS, se define que se aplicó la prueba de Alfa de Cronbach, en la cual se da cuenta que se aplicaron 12

casos correspondientes al 100%. No existen casos excluidos, pues se manifiesta la necesidad de correspondencia o completitud total de las preguntas del instrumento para integrarlas al análisis dispuesto a este objetivo específico.

Tabla 2

Estadística de Fiabilidad.

Alfa de Cronbach	N de elementos
,661	9

Tabla 3

Rangos de Fiabilidad según Ruiz Bolívar (2002).

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy baja

En cuanto a los estadísticos de fiabilidad del conjunto de los ítems estipulados en el instrumento de medición presentado en el piloto, se aplicó la prueba de Alfa de Cronbach, en el cual se da cuenta de un valor de 0,661; dando cuenta de que tiene una

fiabilidad alta dentro de los estándares o rangos definidos en Ruiz Bolívar (2002). Más en detalle se puede establecer que los ítems presentados en el instrumento dan cuenta de diversos pesos de incidencia, los cuales podemos contrastar en el Anexo 2.

De acuerdo con la tabla (Anexo 2), ante supresión de cualquiera de las variables dispuestas en el instrumento, excepto las variables Interp_1 y Análisis_02, el Alfa de Cronbach disminuye sustancialmente. En la medida de lo dispuesto, se decide dejar el instrumento tal cual estaba planteado: con 9 indicadores y 5 variables a identificar.

Con respecto a la claridad y comprensión de las preguntas realizadas tanto en Cuestionario Inicial como en el Cuestionario Final (considerando que el contenido, en su mayoría, es igual) se pudo dar a conocer, a través del pilotaje, que los estudiantes dieron respuestas acordes a lo esperado, además de responder todas las preguntas realizadas. Sin embargo, hubo una de ellas que sí causó cierta confusión en algunos estudiantes, por lo que fue modificada para mejorar su comprensión.

Respecto al propósito establecido para cada instrumento de recolección de datos se encuentra, en primer lugar, el Cuestionario Inicial, a través del cual se esperaba conocer las perspectivas y conocimientos iniciales de los estudiantes acerca de las controversias sociocientíficas y su uso como una herramienta didáctica para fomentar el pensamiento crítico. En el caso del segundo instrumento, correspondiente al Taller de CSC, este fue desarrollado con el objetivo de conocer el nivel de pensamiento crítico de los participantes y, por último, el tercer instrumento, concerniente al Cuestionario Final, tenía el propósito de conocer las perspectivas y conocimientos finales respecto a las CSC como herramienta didáctica que fomenta el pensamiento crítico; cada uno de estos propósitos a concluir fueron evidenciados de forma satisfactoria a través de la Prueba Piloto, observándose una congruencia entre estos, los instrumentos y las respuestas obtenidas.

Por último, en cuanto al tiempo empleado por parte de los estudiantes para responder a cada uno de los instrumentos aplicados, la Prueba Piloto permitió dar cuenta de que eran necesarias más sesiones de las establecidas en un principio, considerando la dificultad de las preguntas y la extensión de las respuestas entregadas por los participantes, además de las actividades que fueron parte del Plan de Intervención.

Descripción de la muestra

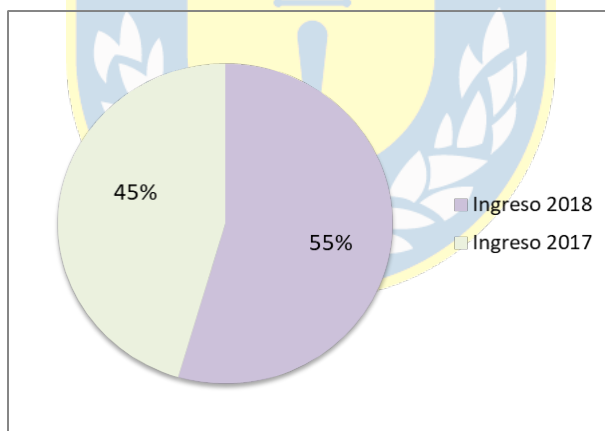
En relación a la muestra, esta constó de 11 estudiantes pertenecientes a la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles, que se encontraban cursando, durante la investigación, la asignatura de Diseño e implementación didáctica de la especialidad, correspondiente al octavo semestre.

Año de ingreso a la carrera

El número de estudiantes que ingresaron a la carrera durante el año 2018, de aquellos que se encontraban actualmente cursando la asignatura de Diseño e implementación didáctica de la especialidad, corresponde a 6 (55%), mientras que el número de estudiantes que ingresaron a la carrera el año 2017 corresponden a 5 (45%), tal como se evidencia en la Figura 1.

Figura 1

Año de ingreso a la carrera de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, Universidad de Concepción, campus Los Ángeles.



Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los diferentes instrumentos de recolección de datos serán expuestos en relación a los objetivos específicos planteados.

Objetivo (1): Identificar las controversias sociocientíficas que repercuten actualmente en la sociedad

Para identificar las controversias sociocientíficas que repercuten en la sociedad actualmente, se tomó en cuenta, en primer lugar, lo establecido por Díaz y Jiménez (2012) respecto a la definición de controversia sociocientífica y las temáticas que se presentan con mayor frecuencia en revistas científicas, dando como resultado controversias relacionadas a temas de salud, biotecnología y medio ambiente. Respecto al área de salud, se decidió indagar en el tópico de las Vacunas COVID-19, dado su auge debido a la actual pandemia; respecto al medio ambiente, la búsqueda fue dirigida hacia el cambio climático ante diversas noticias expuestas los últimos años.

Tras ello, tomando en cuenta los tres tópicos, se realizó una búsqueda de cada uno de ellos a través de distintos medios, tales como redes sociales (Facebook y Tik tok), diarios online (sección de noticias Google) y diversos artículos (todo ello especificado en el Anexo 8) entre las fechas 1 de enero del 2020 al 31 de agosto del 2021, las cuales se reunieron en una tabla de frecuencias (Tabla 4), considerando la suma total de los medios consultados de acuerdo a las controversias asociadas a cada una de las temáticas escogidas.

Tabla 4

Temáticas y controversias que repercuten actualmente en la sociedad.

Temáticas	Controversias asociadas	Frecuencia de mención (total)
Vacunas contra el COVID-19	Pase de movilidad y “discriminación” a los antivacunas	4
	Suspensión vacuna AstraZeneca	11
	Dosis de refuerzo	9

	Aprobación de vacunas	1
	Cuestionada efectividad de las vacunas	11
	Tiempo de elaboración y distribución de las vacunas	7
	Aumento de contagios pese a las vacunas	3
	Distribución desigual de las vacunas a países más pobres	6
	Cuestionamiento a vacunas con ARNm (Pfizer)	4
	“Obligatoriedad” de las vacunas	8
	Negacionismo, antivacunas y fake news	9
	Muertes/Ingreso a UCI por COVID-19 en aquellos que se vacunaron contra el virus	2
	Efectos secundarios de la vacuna	2
Biotecnología e Ingeniería genética	Riesgos en la manipulación genética	3
	Uso de alimentos transgénicos	21
	Experimentación con animales	5
	Clonación de seres vivos	3
	Uso de CRISPR-Cas9	4
	Ética y reglamentos sobre la biotecnología	2
	Vacunas (de forma general)	2
	Vida artificial	1
	Biotecnología en salud (enfermedades y otros)	5
Cambio climático	Papel del capitalismo (moda, Fast Fashion y grandes empresas) en el cambio climático	10

Cambio climático desencadenante del COVID-19	2
Falta de regulaciones/leyes ante el cambio climático	8
Negacionismo/falta de importancia	6
Consumo de carne/ganado y el cambio climático	6
Cambio climático y el incremento de enfermedades	1
Nexo entre el cambio climático y la migración	1

Una vez recopiladas las controversias sociocientíficas más recurrentes y reunidas en una tabla de frecuencia (Tabla 4) según su mención en distintos medios de comunicación, se realizó la sumatoria final de la totalidad de controversias presentes según los tres tópicos o temáticas controversiales principales (Tabla 5).

Tabla 5

Suma total de Frecuencias de las controversias presentadas en distintos medios.

Total Frecuencias de Temáticas Controversiales

Vacunas COVID-19	77
Biología e Ingeniería Genética	46
Cambio climático	34

Las controversias sociocientíficas seleccionadas para una efectiva enseñanza de la ciencia deben estar expuestas en distintos medios de comunicación, tales como artículos de noticias, reportajes en televisión, anuncios, etc., además de que deben permitir diferencias de opiniones y que hayan sido expresados en el debate público por

diferentes personas, ya sean por parte de aquellos interesados y/o por grupos de opresión (Mark & Eilks, 2009; citados por Nida et al., 2020). A su vez, los mismos autores señalan que los temas deben permitir procesos de decisión abiertos y que desafíen a los estudiantes a tomar sus propias decisiones.

A partir de lo anterior, se puede evidenciar que las controversias sociocientíficas más frecuentes en los distintos medios de comunicación consultados, son aquellas relacionadas con la temática de las vacunas COVID-19, debido a la pandemia y la contingencia sanitaria en la cual se encuentra inmerso Chile y el mundo. Esto en concordancia con lo que han establecido Uskola et al. (2020), quienes sugieren que “la vacunación, podría acercar al alumnado hacia una visión de la ciencia cercana y útil para la resolución de problemas de carácter social, al tratarse de un modelo que está adquiriendo más relevancia en la actualidad” (p. 2). Además, esta temática ha evidenciado una clara diferencia de opiniones entre los ciudadanos y demás actores partícipes de la sociedad. Sumado a ello, el tema de las vacunas se considera una CSC debido a que las decisiones en torno al proceso se basan tanto en hechos científicos, como en valores y creencias personales, además de la influencia social que se ejerce (Uskola et al., 2020). Por lo tanto, fueron estas las que se seleccionaron para ser utilizadas como una herramienta didáctica para fomentar el pensamiento crítico de los estudiantes partícipes de la investigación.

Cabe destacar que los estudiantes elegidos para ser partícipes de la muestra son aquellos que ya aprobaron la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética, por lo tanto, tienen conocimientos bases respecto al área, para lo cual cobra sentido la selección de la temática controversial, ya que podrán generar opiniones a partir de lo que ya conocen. Las vacunas están englobadas en esta área, ya que la Biología Molecular ha dedicado parte de su investigación en “comprender mejor el éxito y los errores de las vacunas usadas en el pasado” (Mota, 2009, p. 464) con el objetivo de ofrecer nuevas técnicas y tecnologías para su fabricación (Picher, 2011). Esto se ha visto reflejado en el periodo de la pandemia, donde se generó una vacuna con un mecanismo que se comercializaría por primera vez para la población humana, el ARNm; ante lo cual se hace necesario estar informado y respalda la selección de la temática.

Objetivo (2): Medir el nivel de pensamiento crítico que poseen los estudiantes

Para medir el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes, se creó un taller de Controversias Sociocientíficas con el fin de verificar si las controversias sociocientíficas apoyaban el fomentar tal competencia científica.

El taller consistió en una intervención de tres sesiones llevadas a cabo de forma sincrónica, donde a los estudiantes, en cada una de ellas, se les implementaron una serie de preguntas orientadas al desarrollo de las habilidades necesarias para el pensamiento crítico que corresponden a interpretación, análisis, evaluación, inferencia y explicación (Facione 2007, citado por Carrasco, 2018); 5 ítems que responden a cada una de las habilidades mencionadas.

Tras las respuestas, se comenzó a medir el nivel de pensamiento crítico a través de una categorización de desempeño a nivel argumentativo (Carrasco, 2018) y pautas detalladas en el Anexo 7. Con ello se obtuvieron diversos resultados de acuerdo a la habilidad de pensamiento crítico indicada y el sujeto evaluado (Tabla 6).

Tabla 6

Nivel de pensamiento crítico en el desarrollo de las habilidades de interpretación, análisis, evaluación, inferencia y explicación.

Sujetos	Habilidades de pensamiento crítico									Puntaje obtenido
	Interpretación		Análisis		Evaluación		Inferencia		Explicación	
	parte I	parte II	parte I	parte II	parte I	parte II	parte I	parte II		
Sujeto I	1	2	2	2	2	2	2	2	2	17
Sujeto II	1	2	2	2	1	2	1	2	2	15

Sujeto III	2	1	1	2	2	2	1	2	1	14
Sujeto IV	2	2	2	1	2	2	2	2	2	17
Sujeto V	2	0	1	2	1	1	1	1	0	9
Sujeto VI	2	1	1	2	1	2	1	2	2	14
Sujeto VII	2	1	1	1	2	2	0	1	2	12
Sujeto VIII	2	2	2	2	2	2	1	2	2	17

Tabla 7

Pauta de valoración para determinar el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes.

Puntaje de 0 a 6	Nivel bajo de pensamiento crítico
Puntaje de 7 a 12	Nivel medio de pensamiento crítico
Puntaje de 13 a 18	Nivel alto de pensamiento crítico

De los 8 participantes que respondieron las distintas preguntas del taller de CSC, 6 obtuvieron un puntaje que determina un nivel alto de pensamiento crítico y 2 presentaron un nivel medio.

De forma general, el cuarto año de la carrera Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología del campus Los Ángeles obtuvo un promedio de 14 puntos, lo cual denota que el poseen un nivel alto de pensamiento crítico. Además de ello, se puede evidenciar que el uso del taller de Controversias Sociocientíficas como una herramienta didáctica, permitió

a los estudiantes acercarse a las CSC, además de posibilitar el desarrollo de su propio pensamiento crítico (Tabla 6).

Objetivo (3): Analizar las diferencias entre las perspectivas iniciales y finales de los estudiantes respecto a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico.

Para el análisis de las diferencias entre las perspectivas iniciales y finales de los estudiantes respecto a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico, se expondrán las respuestas de ambos cuestionarios, bajo una interpretación comparativa.



Resultados Cuestionarios

Ante el objetivo de la presente investigación, se realizaron un cuestionario inicial y un cuestionario final (luego del taller de CSC) a los estudiantes ya mencionados. El análisis de datos en preguntas cualitativas se realizó a través de la agrupación, categorización y codificación de las respuestas entregadas por los participantes de la muestra (Anexo 6), además de su posterior interpretación, mientras que, para el análisis de datos en preguntas cuantitativas, se realizó un análisis estadístico descriptivo.

Análisis estadístico descriptivo de preguntas cerradas

1. **¿Conoce, ha leído o ha escuchado acerca de las "controversias sociocientíficas" (CSC)?**

Tras la pregunta realizada, se puede evidenciar que, en el **cuestionario inicial** (Figura 2), el 64% de los estudiantes respondió que sí conocía, había leído o escuchado acerca de las controversias sociocientíficas antes del taller. Algunos, durante la ejecución de la intervención, mencionaron que habían señalado aquello debido a la invitación que se les entregó para participar del taller, por lo que algunos orientaron hacia ello sus respuestas en esta pregunta. Por el contrario, al aplicar el **cuestionario final** (Figura 3), luego del taller de CSC, un 73% de los estudiantes señaló que sí conocía, había leído o escuchado acerca de las controversias sociocientíficas antes del taller. Si bien esta diferencia no fue significativa (ya que supone un aumento de 1 alumno en el resultado),

pudo haber estado dada por el hecho de que, en la intervención, lograron conocer la definición de las controversias sociocientíficas, lo que permitió aclarar aún más sus respuestas para esta pregunta.

Figura 2

Porcentaje de estudiantes respecto a si conocen, han leído o escuchado acerca de las controversias sociocientíficas (cuestionario inicial).

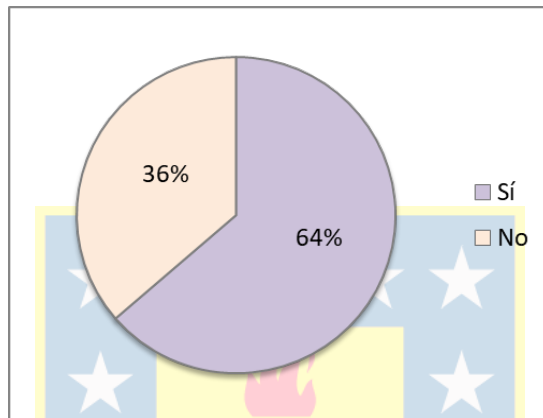
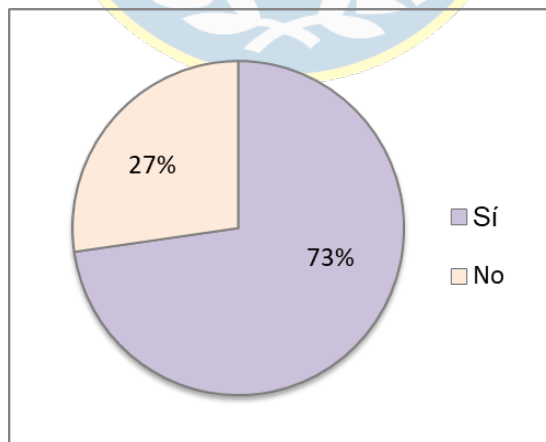


Figura 3

Porcentaje de estudiantes respecto a si conocen, han leído o escuchado acerca de las controversias sociocientíficas (cuestionario final).



2. ¿Ha aplicado las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica?

Tras la pregunta realizada, el 55% de los estudiantes, en el **cuestionario inicial** (Figura 4), consideró que no sabían si han aplicado o no las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica, lo cual se puede deber al desconocimiento del concepto en sí mismo. Por otro lado, el 45% señala que no las ha aplicado, lo cual se puede atribuir al hecho de que no hay información suficiente acerca del uso que se les puede dar a las controversias sociocientíficas en el aula al utilizarlas como una herramienta didáctica, ya sea por sí sola, o como parte de una estrategia didáctica. Por el contrario, en el **cuestionario final** (Figura 5) los porcentajes cambiaron, ya que un 64% señaló que sí habían aplicado las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica, mientras que un 36% indicó que no las había aplicado. Con ello se puede evidenciar mayor claridad por parte de los estudiantes al momento de responder el cuestionario final, ya que, antes de este, se intervino a través del taller de CSC, lo que pudo haberles entregado las herramientas para que recordaran haberlas implementado en el aula.

Figura 4

Porcentaje de estudiantes que han aplicado las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica (cuestionario inicial).

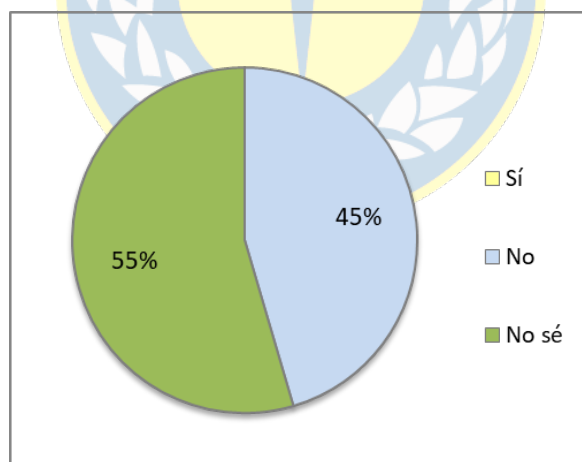
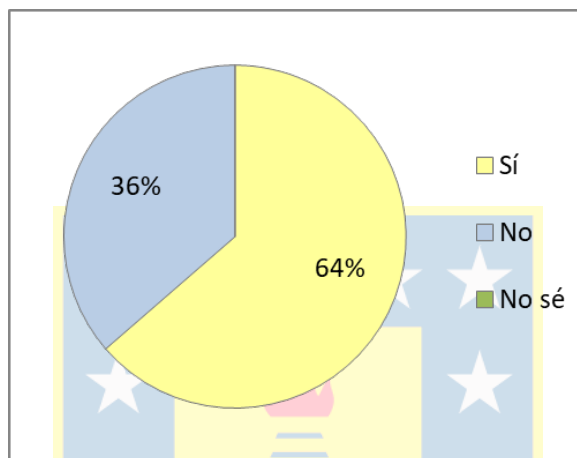


Figura 5

Porcentaje de estudiantes que han aplicado las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica (cuestionario final).



Agrupación, categorización, codificación e interpretación de respuestas a preguntas abiertas

1. ¿Qué entiendes por “controversias sociocientíficas”?

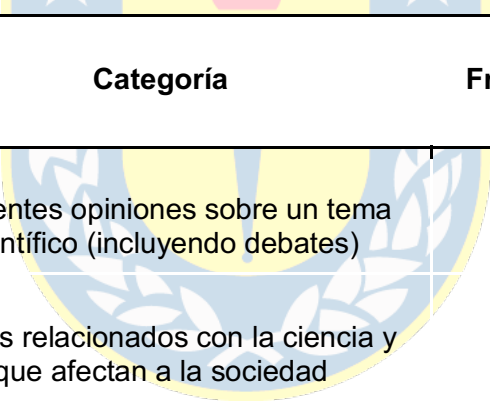
Tal como se presentó en las preguntas de respuestas cerradas, más de la mitad de los estudiantes (64%) indicó que sí conocían, habían leído o habían escuchado acerca de las controversias sociocientíficas, lo cual se ve reflejado en las respuestas relacionadas a lo que ellos entienden acerca del concepto, en el **cuestionario inicial**, donde la mayoría de ellos logró entregar, en alguna proporción, la definición esperada acerca de las CSC, representadas por el Código 1, 2, 3, 4 (Tabla 8), en donde los estudiantes lograron exponer la existencia de una relación entre la sociedad y la ciencia que se lleva a cabo mediante discusiones u opiniones distintas. En menor proporción de acercamiento al concepto se encontró el Código 6 (Tabla 8) ya que, aunque declararon la presencia de posturas diferentes, no la relacionaron a temáticas sociocientíficas. Por otro lado, algunos de ellos quisieron realizar una definición acerca de lo que entendían sobre

el término, sin embargo, no lograron acercarse a lo correcto dado que, según los datos cuantitativos, el 36% de los estudiantes señaló que no conocía, había escuchado o leído cerca de las controversias sociocientíficas, por lo tanto, se esperaba que desconocieran la definición correcta.

Por otro lado, en el **cuestionario final** (Tabla 9), el cual fue aplicado luego del taller de CSC, se puede evidenciar una mayor comprensión acerca de lo que son las controversias sociocientíficas, donde la mayoría de los estudiantes pudo definir de forma correcta (o acercarse lo suficiente a ello) el término, ya que lo relacionaron principalmente con la diferencia de opiniones que tiene la sociedad respecto a un tema científico.

Tabla 8

Categorización respuestas acerca de lo que entienden los estudiantes por CSC (cuestionario inicial).



Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Diferentes opiniones sobre un tema científico (incluyendo debates)	4
Código 2	Temas relacionados con la ciencia y que afectan a la sociedad	1
Código 3	Relación entre el conocimiento científico, la sociedad y la cultura	2
Código 4	Problemáticas que involucran a la sociedad y la ciencia	2
Código 5	Ideas diferentes sobre habilidades de comunicación en las ciencias	1

Figura 6

Frecuencia de categorías Tabla 8.

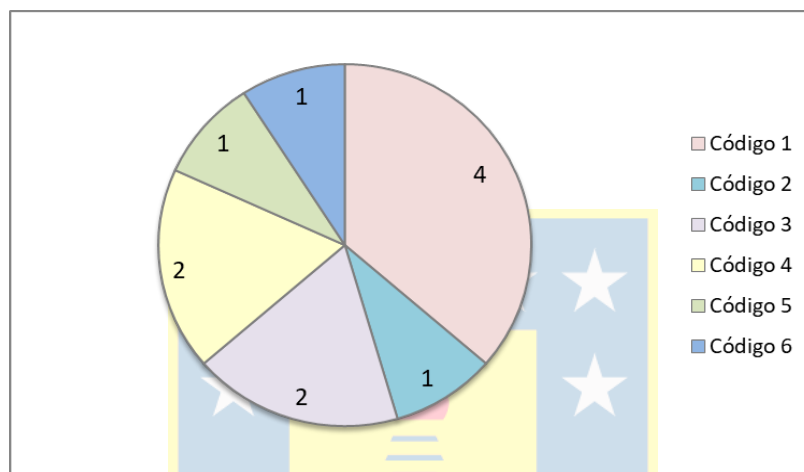


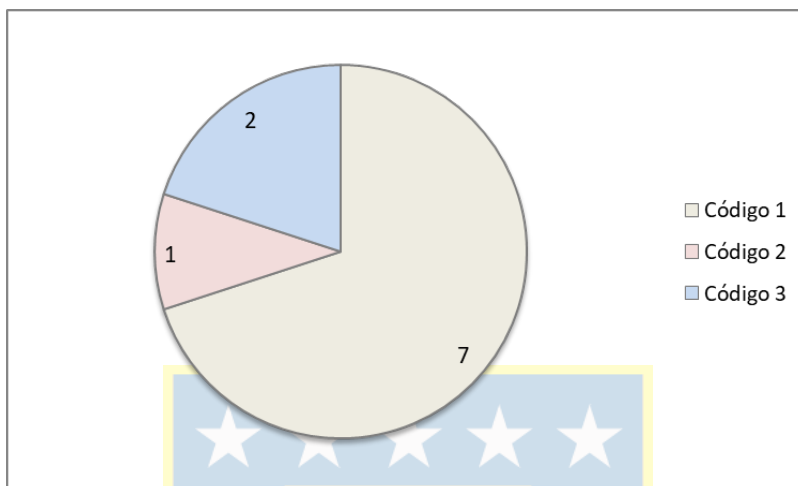
Tabla 9

Categorización respuestas acerca de lo que entienden los estudiantes por CSC (cuestionario final).

Código	Categoría	Frecuencia
Código 1	Opiniones distintas de la sociedad (o dilemas sociales) relacionadas con la ciencia (o temática científica)	7
Código 2	Discusión social sobre una temática cotidiana	1
Código 3	Temáticas con distintos puntos de vista u opiniones	2

Figura 7

Frecuencia de categorías Tabla 9.



2. ¿Qué fuente de información crees que te ha permitido tener cercanía con una o más controversias sociocientíficas? (Por ejemplo: Formación inicial docente, colegas, artículos u otros)

Pese a que en la pregunta relacionada al conocimiento acerca de las CSC, en el **cuestionario inicial**, resultó en que un 36% de los estudiantes señaló que no habían tenido cercanía con el término, en esta pregunta la mayoría asoció como fuente de información principal acerca de ello a su Formación Inicial Docente (Tabla 10), ya que la frecuencia de menciones respecto a esta fuente fue de 5. Además, algunos de ellos indicaron artículos como otra de las fuentes que les permitió tener cercanía con una o más controversias sociocientíficas. Pese al porcentaje de desconocimiento acerca de las CSC, los estudiantes, de igual forma, señalaron dos fuentes de información, lo cual puede deberse a que consideraron aquello que les podía dar cercanía con las CSC.

Luego de ello, en el **cuestionario final**, realizado después del taller de CSC, los resultados, comparados con el cuestionario inicial, cambian, ya que esta vez los estudiantes señalaron como principal fuente de información a las Noticias (Tabla 11), con una frecuencia de mención correspondiente a 6. Sin embargo, también hay menciones, nuevamente, de la Formación Inicial Docente, con una frecuencia de 5. Por último,

incorporaron como nueva fuente las redes sociales, la cual debió tener presencia gracias al taller y su mención como un medio de búsqueda de distintas controversias sociocientíficas que fueron abordadas en la intervención.

Tabla 10

Categorización respuestas acerca de la fuente de información consideradas por los estudiantes (cuestionario inicial).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 0	No lo sabe	2
Código 1	Formación Inicial Docente (FID)	5
Código 2	Artículos (por ejemplo: revistas e investigaciones)	4
Código 3	Docentes	1

Figura 8

Frecuencia de categorías Tabla 10.

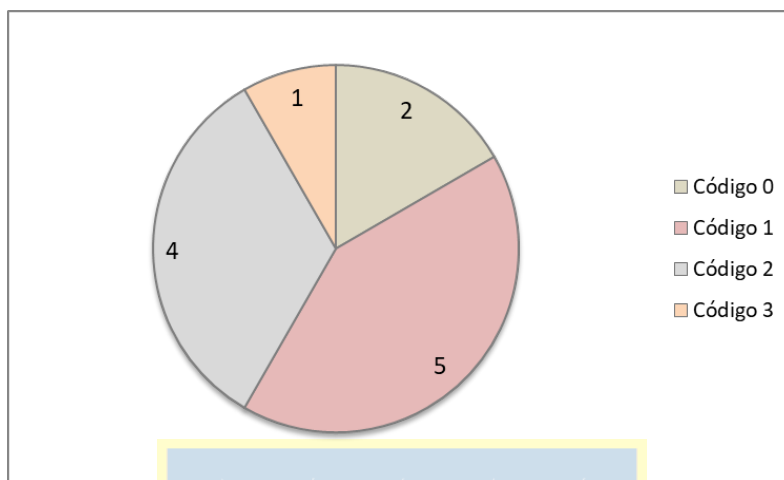


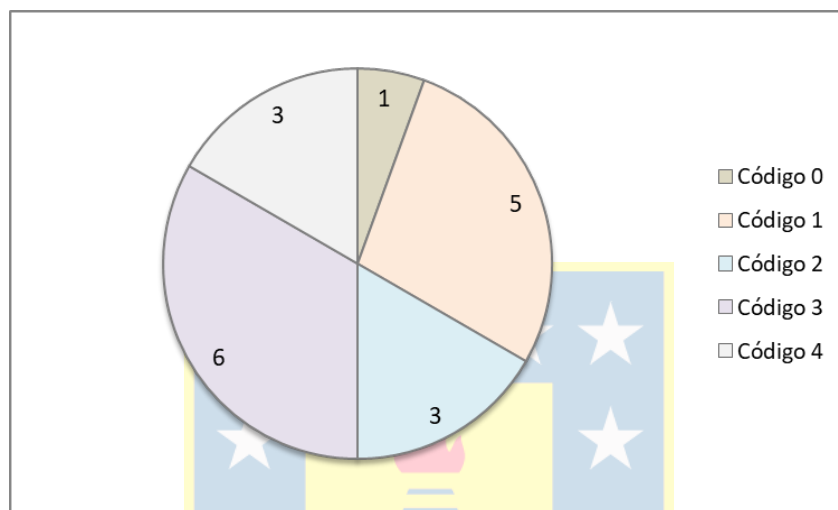
Tabla 11

Categorización respuestas acerca de la fuente de información consideradas por los estudiantes (cuestionario final).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 0	No señala fuentes	1
Código 1	Formación Inicial Docente (FID y Prácticas pedagógicas)	5
Código 2	Artículos (por ejemplo: revistas e investigaciones)	3
Código 3	Noticias (de diversas fuentes)	6

Figura 9

Frecuencia de categorías Tabla 11.



3. ¿Qué competencias científicas podrían desarrollarse a través del uso de las controversias sociocientíficas?

Respecto a las competencias científicas que los estudiantes consideran que se pueden desarrollar a través del uso de las controversias sociocientíficas, en el **cuestionario inicial** la mayoría de ellos señaló habilidades que conforman la definición de competencias científicas, con una frecuencia de mención de 8 (Tabla 12). Además, con una frecuencia de mención de 4, también hubo estudiantes que señalaron el pensamiento crítico como otra de las competencias científicas que se podrían desarrollar.

De la misma forma, en el **cuestionario final**, los estudiantes nuevamente señalaron habilidades relacionadas al desarrollo de competencias científicas como las principales a desarrollar mediante las controversias sociocientíficas, con una frecuencia de 11 menciones (Tabla 13). A su vez, los estudiantes volvieron a considerar, en segundo lugar, el pensamiento crítico, con una frecuencia de mención en 9 respuestas.

Tabla 12

Categorización de competencias científicas que los estudiantes consideran que podrían desarrollarse con las CSC (cuestionario inicial).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 0	No lo sabe	1
Código 1	Pensamiento crítico (reflexión, toma de decisiones)	4
Código 2	Alfabetización científica	3
Código 3	Competencias científicas (conocimientos, habilidades, actitudes, indagación, experimentación, análisis de datos, formulación de hipótesis) ²	8
Código 4	Trabajo en equipo	1
Código 5	Comunicación (argumentación, discusión o debates) ³	2

² Categorización realizada con base a lo descrito en el trabajo de investigación de los autores Nida et al. (2020) mencionados en las referencias bibliográficas.

³ Nida et al. (2020)

Figura 10

Frecuencia de categorías Tabla 12.

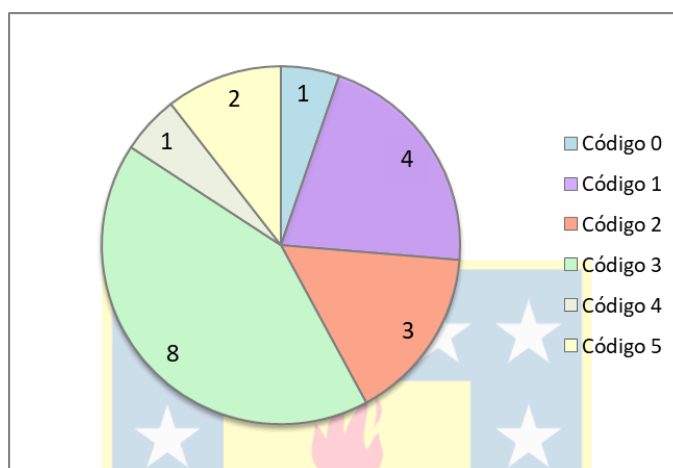


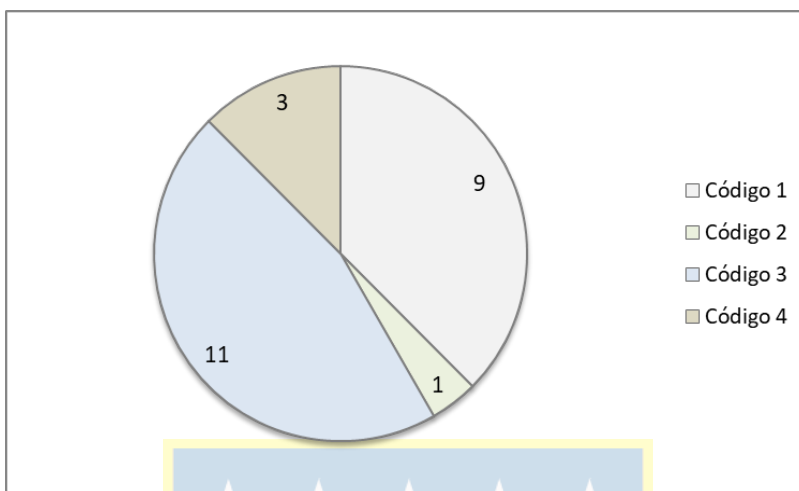
Tabla 13

Categorización de competencias científicas que los estudiantes consideran que podrían desarrollarse con las CSC (cuestionario final).

Código	Categoría	Frecuencia
Código 1	Pensamiento crítico (reflexión, toma de decisiones)	9
Código 2	Alfabetización científica	1
Código 3	Competencias científicas de forma general (conocimientos, habilidades, actitudes, indagación, experimentación, análisis de datos, formulación de hipótesis)	11
Código 4	Comunicación (argumentación, discusión o debates)	3

Figura 11

Frecuencia de categorías Tabla 13.

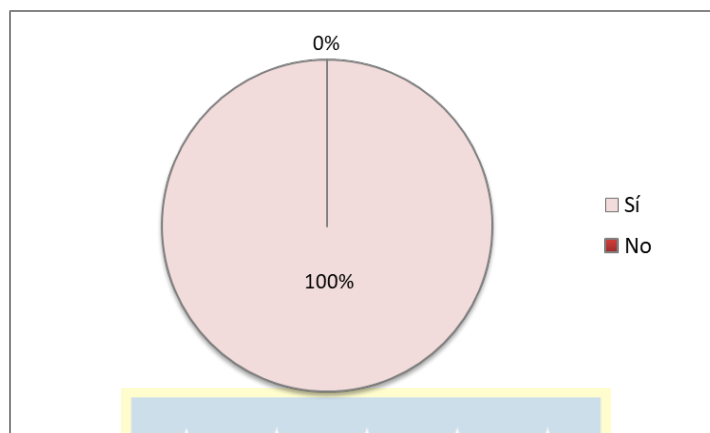


4. ¿Consideras que trabajar con las controversias sociocientíficas contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico? Justifique.

En este caso, dado que la pregunta apunta tanto a una respuesta cerrada como a una abierta, se dividió el análisis. El gráfico presentado (Figura 12) expone que el 100% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que trabajar con las controversias sociocientíficas sí contribuye al desarrollo del pensamiento crítico, lo cual se evidenció tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final, por lo que se consideró solo un gráfico representativo para ello.

Figura 12

Porcentaje que considera que trabajar con las controversias sociocientíficas contribuye al desarrollo del pensamiento crítico (cuestionario inicial y final).



Dado que lo anterior responde a la pregunta cerrada, aquello en torno a las justificaciones entregadas por los estudiantes, se analizó a través de una categorización en ambos cuestionarios (Tabla 14 y 15).

A pesar del porcentaje de desconocimiento de las controversias sociocientíficas (36%) que se observó en la Figura 1, la totalidad de los estudiantes, en el **cuestionario inicial**, consideró que trabajar con las controversias sociocientíficas sí contribuyen a desarrollar el pensamiento crítico, justificando aquello con el hecho de que las CSC permiten la toma de decisiones, la reflexión, análisis crítico de la propia postura, entre otros aspectos (Tabla 14).

En el caso del **cuestionario final**, se siguió afirmando que las controversias sociocientíficas contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico, donde los estudiantes mencionaron, además, habilidades relacionadas a ello, tales como toma de decisiones, verificación de fuentes, formación de una postura, entre otros; la frecuencia de mención corresponde a 7 (Tabla 15), ya que se agruparon algunas respuestas en una sola categorización acerca del pensamiento crítico. A su vez, con una frecuencia de mención de 4, también consideraron que las CSC pueden potenciar el desarrollo de diversas competencias, así como también competencias científicas.

Tabla 14

Categorización de justificaciones en torno a la contribución de las controversias sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (cuestionario inicial).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Identificar y analizar opiniones propias	1
Código 2	Reflexionar y aplicar conocimientos para opinar	2
Código 3	Tomar decisiones con una visión crítica	2
Código 4	Expone un conflicto (o diferentes puntos de vista) para tomar una postura u opinión	3
Código 5	Espacio para discutir/debatir	2
Código 6	Espacio para analizar situaciones/temas como docentes	1

Figura 13

Frecuencia de categorías Tabla 14.

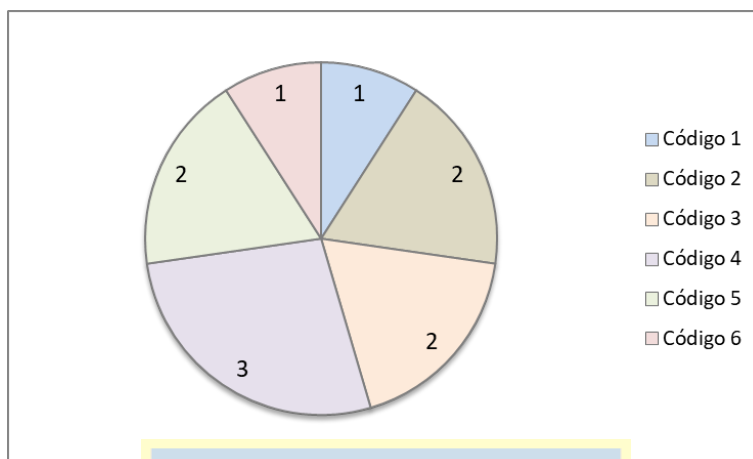


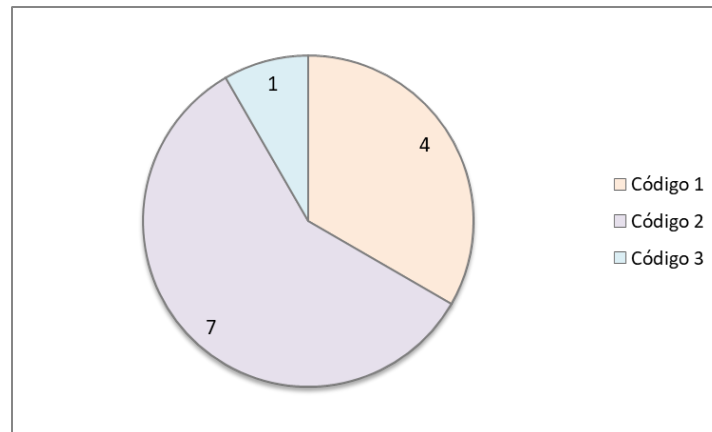
Tabla 15

Categorización de justificaciones en torno a la contribución de las controversias sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (cuestionario final).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Potencia el desarrollo de competencias (científicas y otras)	4
Código 2	Permite el desarrollo del pensamiento crítico (toma de decisiones o tomar/formar una postura, distinguir fuentes confiables)	7
Código 3	Permite la expresión de la opinión personal	1

Figura 14

Frecuencia de categorías Tabla 15.



5. [...] se expone una controversia sociocientífica [...]. A partir de ello, ¿considerarías abordar, en el aula, la controversia sociocientífica señalada, para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes? ¿Por qué?

Los alimentos transgénicos: ¿solución o problema?

José Antonio Valtueña

Información del artículo

Texto completo

Descargar PDF

Estadísticas

•••

TEXTO COMPLETO

Hace unos meses, las autoridades de Zambia, uno de los países más pobres de África, donde la hambruna amenaza a unos 3 millones de personas, rechazaron la entrega gratuita de 15.000 toneladas de maíz estadounidense alegando que era un producto genéticamente modificado. Esta decisión resulta todavía más sorprendente si se tiene en cuenta que la población estadounidense consume ese maíz sin la menor aprehensión aparente. El presidente de Zambia, Levy Mwanawasa, llegó a afirmar que «el maíz de diseño era un veneno».

Ese suceso es la clara demostración de la confusión reinante en lo que respecta a la inocuidad de los alimentos genéticamente modificados o transgénicos.

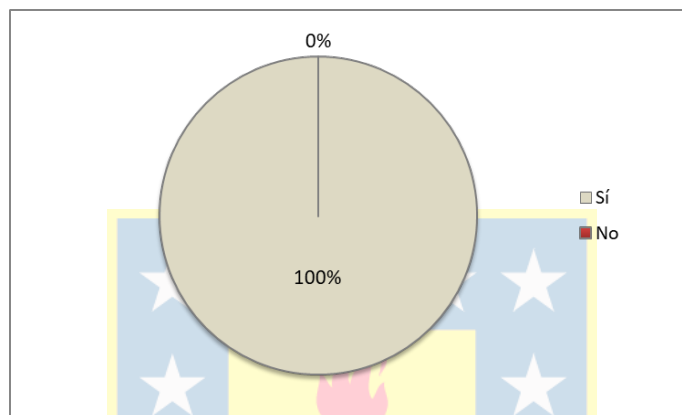
Imagen 1. Valtueña, J. (2003). Los alimentos transgénicos: ¿solución o problema? *Elsevier*, 22(4), 78-82. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-alimentos-transgenicos-solucion-o-13046052>

En este caso, dado que la pregunta apunta tanto a una respuesta cerrada, como a una abierta, se dividió el análisis. En esta pregunta a los estudiantes se les mostró una controversia sociocientífica relacionada a los alimentos transgénicos, a partir de la cual se les pidió que señalaran si la aplicarían en el aula para fomentar el pensamiento crítico en

los estudiantes, a lo que el 100% de ellos indicó que sí lo haría; esto se reflejó tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final, por lo que se consideró la realización de solo un gráfico representativo (Figura 15).

Figura 15

Porcentaje de estudiantes que aplicarían la controversia sociocientífica señalada en los cuestionarios (inicial y final).



Tras los resultados de la pregunta cerrada, se indagó en torno a las justificaciones entregadas por los estudiantes respecto a sí aplicarían la CSC señalada, por lo tanto, se categorizaron las justificaciones entregadas ante la pregunta, tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final (Tabla 16 y 17).

Las justificaciones entregadas por los estudiantes estuvieron orientadas al hecho de que la controversia sociocientífica señalada en ambos cuestionarios permitiría desarrollar competencias científicas (como el pensamiento crítico) y que entregaría la posibilidad de profundizar aún más respecto a la temática. En el **cuestionario inicial**, los estudiantes señalaron que, la aplicación de la CSC acerca de los alimentos transgénicos, permitiría a los alumnos debatir u opinar aplicando competencias científicas, además de entregar una visión u opinión personal acerca de la temática. En menor frecuencia, mencionaron que contribuiría a conocer y abordar temáticas desde un punto de vista científico, la alfabetización científica e informarse para aclarar conceptos erróneos (Tabla 16).

En el **cuestionario final**, las justificaciones con mayor frecuencia apuntaron a la capacidad que tiene la controversia sociocientífica presentada para permitir los debates, situación en donde se pueden, a su vez, aplicar competencias científicas. En menor

frecuencia de mención los estudiantes indicaron que aplicarían la controversia sociocientífica por ser de interés social (Tabla 17).

Tabla 16

Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de la controversia sociocientífica señalada para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes (cuestionario inicial).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Conocer y abordar temáticas desde un punto de vista científico	1
Código 2	Permite debatir u opinar aplicando competencias científicas	4
Código 3	Permite entregar una visión/opinión personal	3
Código 4	Formación en ciencias (alfabetización científica)	1
Código 5	Informarse para aclarar conceptos erróneos	1

Figura 16

Frecuencia de categorías Tabla 16.

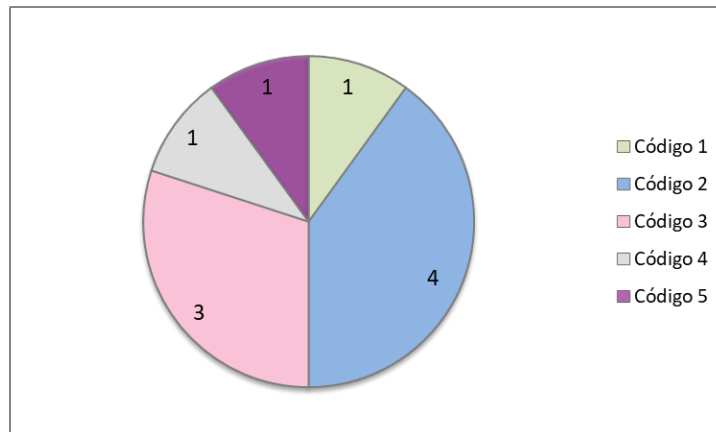


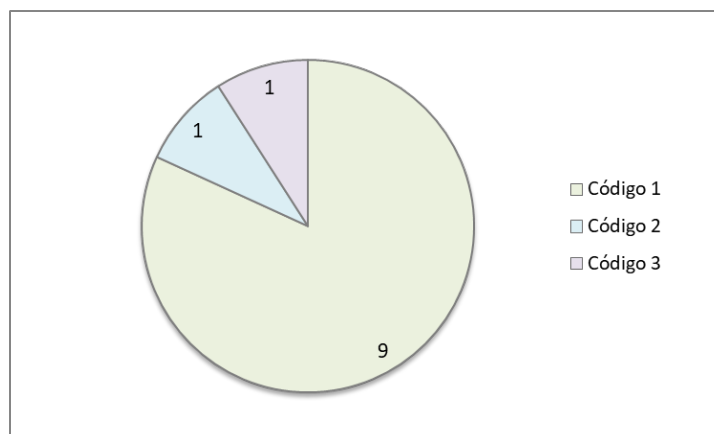
Tabla 17

Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de la controversia sociocientífica señalada para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes (cuestionario final).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Permite debatir u opinar aplicando competencias científicas o para el desarrollo de estas	9
Código 2	Permite entregar una visión/opinión personal	1
Código 3	Interés social	1

Figura 17

Frecuencia de categorías Tabla 17.

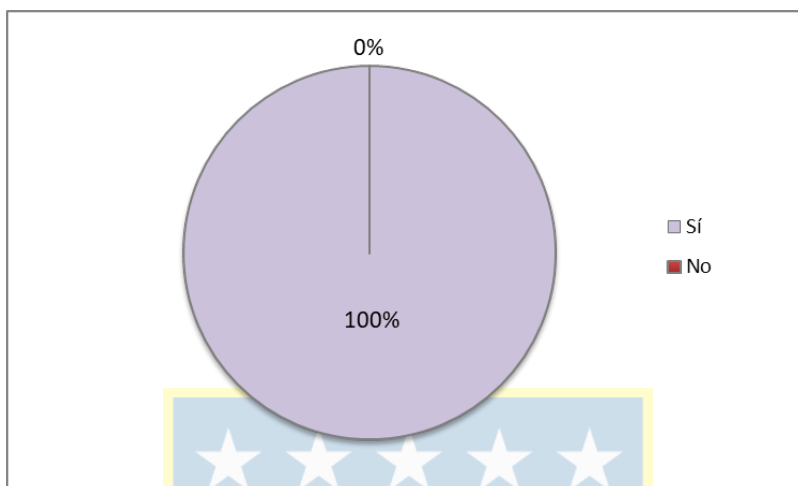


6. ¿Aplicarías las CSC, como una herramienta didáctica, en el ejercicio de tu profesión docente? Justifica

En esta pregunta se les consultó a los estudiantes si aplicarían las CSC en el ejercicio de su profesión docente, ante lo cual se obtuvieron respuestas cerradas que evidenciaron un 100% de ellos de acuerdo con aplicarlas (Figura 18). Esto se dio tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final, por lo que se utilizó solo un gráfico para representar la respuesta señalada (Figura 18).

Figura 18

Porcentaje de estudiantes que aplicarían las CSC en su ejercicio de la profesión docente (cuestionario inicial y final).



Si bien la pregunta en cuestión estaba orientada hacia una respuesta cerrada, también se les pidió a los estudiantes que justificaran aquello, por lo que los argumentos entregados fueron categorizados, tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final (Tabla 18 y 19), para su posterior análisis.

La totalidad de los estudiantes partícipes de la muestra consideran que sí aplicarían las controversias sociocientíficas en su ejercicio docente. En el **cuestionario inicial**, la mayoría de ellos apuntó a que las CSC permitirían desarrollar competencias científicas como la alfabetización científica y el pensamiento crítico (Tabla 18), y que por ello sí aplicarían las CSC en su ejercicio profesional. En menor frecuencia, señalaron que las aplicarían porque son una estrategia novedosa/innovadora, porque permiten generar debates y, además, porque estas logran evidenciar la relación entre los contenidos y las vivencias propias, permitiendo la contextualización de la enseñanza de las ciencias.

En el caso del **cuestionario final** (Tabla 19), y que se evidenció también en el cuestionario inicial, es que la mayoría de menciones fueron orientadas a justificar que aplicarían las controversias sociocientíficas por la capacidad que tienen de desarrollar competencias como el pensamiento crítico y la alfabetización científica. En menor frecuencia de mención, justificaron que las aplicarían en su profesión docente porque resulta ser una estrategia novedosa, permite el desarrollo cognitivo de los estudiantes y, por último, destacan su utilidad como cierre de una unidad para afianzar aprendizajes.

Tabla 18

Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de las CSC en el ejercicio de la profesión docente (cuestionario inicial).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Desarrollo de competencias (pensamiento crítico, alfabetización científica, habilidades relacionadas a ello)	7
Código 2	Comprensión y contextualización (relación con la vida cotidiana) del contenido	1
Código 3	Estrategia innovadora/novedosa	2
Código 4	Generar debates/discusiones	2

Figura 19

Frecuencia de categorías Tabla 18.

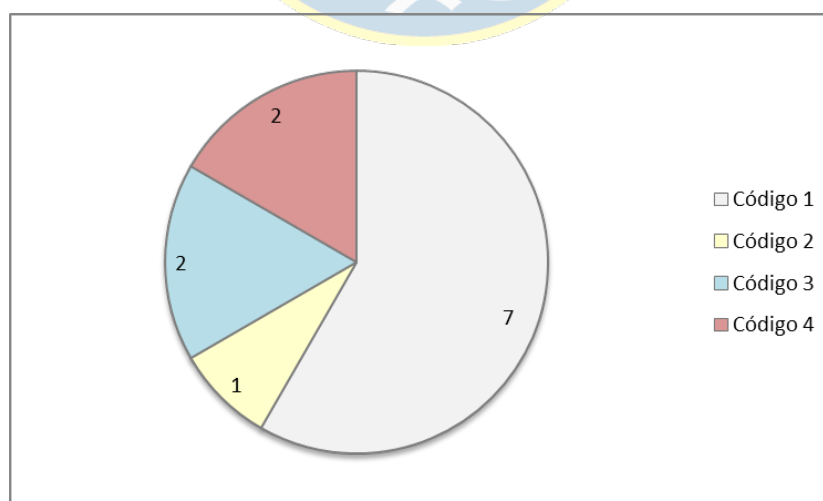


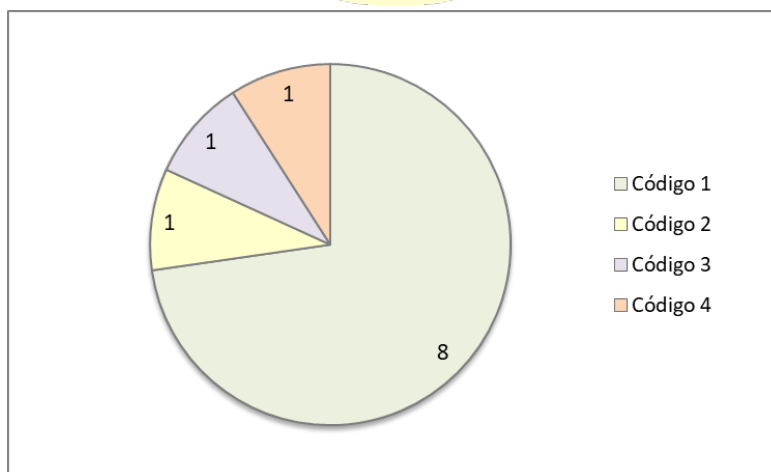
Tabla 19

Categorización de justificaciones acerca de la aplicación de las CSC en el ejercicio de la profesión docente (cuestionario final).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Desarrollo de competencias científicas (pensamiento crítico, alfabetización científica, habilidades relacionadas a ello)	8
Código 2	Desarrollo cognitivo	1
Código 3	Para rescatar los conocimientos previos y posteriores a una unidad didáctica	1
Código 4	Estrategia novedosa	1

Figura 20

Frecuencia de categorías Tabla 19.



7. Si tuvieras la oportunidad de implementar las controversias sociocientíficas en el aula, ¿qué temática abordarías?

En el **cuestionario inicial** los estudiantes, en su mayoría, consideraron las vacunas como una temática a abordar en el aula, con una frecuencia de mención de 4 (Tabla 20). En ello, también surgieron temáticas como la evolución, el veganismo y el cambio climático. Por otro lado, algunos estudiantes no pudieron responder la pregunta o la orientaron de diferente forma (sin acercarse a lo que realmente es una controversia sociocientífica), posiblemente debido al desconocimiento del concepto y a su definición.

En el caso del **cuestionario final**, los estudiantes señalaron con mayor frecuencia, nuevamente, las vacunas como una temática que abordarían en el aula (Tabla 21). A ello también se suma la mención de temáticas relacionadas a la alimentación, tales como el veganismo, el uso de dietas milagrosas, la alimentación saludable, entre otros, lo cual también pueden generar controversias sociocientíficas, involucrando a las opiniones de la sociedad ante conceptos y temáticas que tienen aspectos científicos en ello.

Tabla 20

Categorización de temáticas de CSC que los estudiantes abordarían en el aula (cuestionario inicial).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
0	No lo sabe/no contestó	1
1	Bacterias	1
2	Temáticas contingentes	1
3	Genética	1
4	Alimentos transgénicos	1

5	Vacunas	4
6	Evolución	1
7	Veganismo	1
8	Cambio climático	1

Figura 21

Frecuencia de categorías Tabla 20.

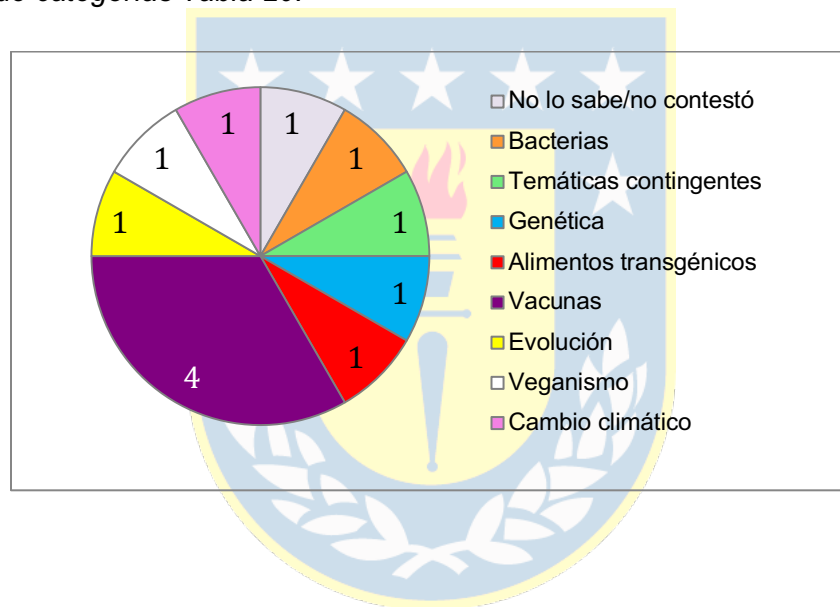


Tabla 21

Categorización de temáticas de CSC que los estudiantes abordarían en el aula (cuestionario final).

Código	Categoría	Frecuencia (cantidad de menciones)
Código 1	Vacunas	5

Código 2	Biología molecular e Ingeniería genética	2
Código 3	Tecnología	1
Código 4	Cambio climático	1
Código 5	Sexualidad (Métodos anticonceptivos y otros)	2
Código 6	Gatos y perros como peligros a la biodiversidad	1
Código 7	Uso inapropiado de medicamentos	1
Código 8	Alimentación (dietas milagrosas, alimentación saludable, veganismo, vegetarianismo, etc.)	4
Código 9	Sistema nervioso bajo estrés	1
Código 10	Moral	1
Código 11	Religión y ciencia	1

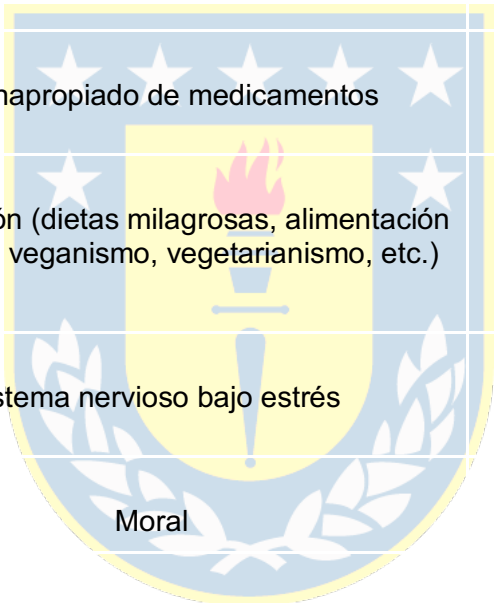
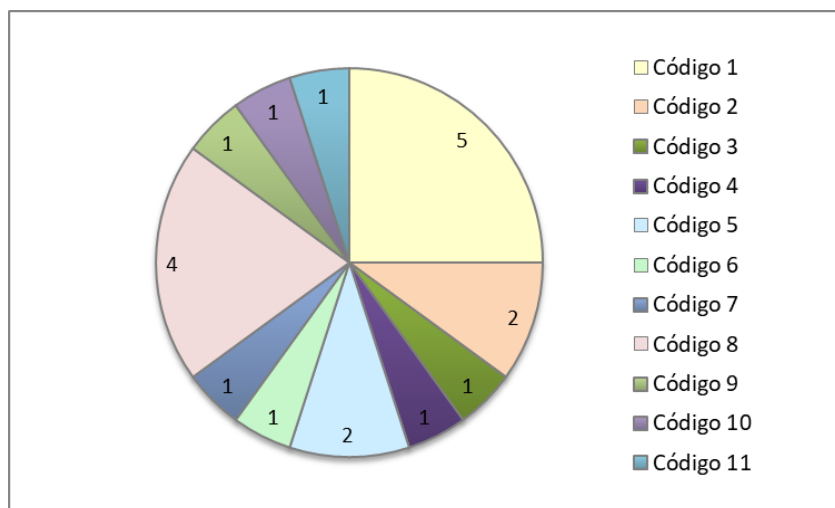


Figura 22

Frecuencia de categorías Tabla 21.



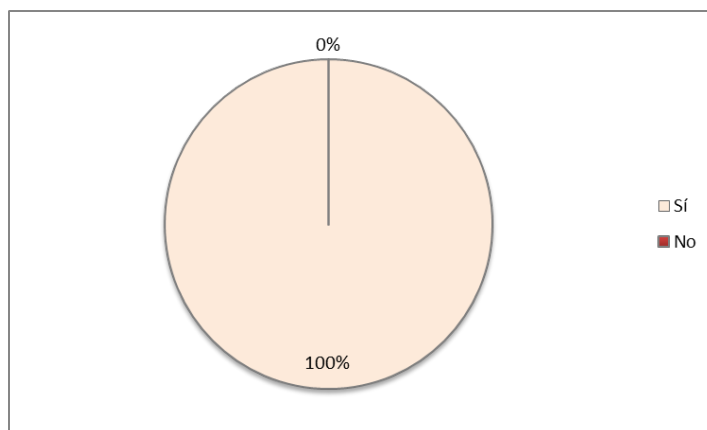
8. ¿Consideras que se debería profundizar en las controversias sociocientíficas, como una herramienta didáctica, durante la formación inicial docente?

Esta pregunta fue realizada **solo en el cuestionario final**, con el propósito de que los estudiantes pudieran entregar su visión acerca de la profundización de las controversias sociocientíficas durante la Formación Inicial Docente.

A partir de los resultados, se generaron respuestas cerradas, las cuales evidencian que un 100% de los participantes están de acuerdo con que se debería profundizar en esta herramienta didáctica (Figura 23).

Figura 23

Porcentaje de estudiantes que consideran que se debería profundizar en las CSC.



Algunos de los estudiantes justificaron sus respuestas en torno a la pregunta señalada, por lo cual, el posterior análisis de ello se realizó a través de una categorización de los argumentos entregados (Tabla 22).

Entre los argumentos que mencionaron los estudiantes, algunos de ellos apuntaron al hecho de que, profundizar en las CSC durante la Formación Inicial Docente, permitiría desarrollar habilidades científicas que también son necesarias que los docentes posean. A su vez, mencionaron que las CSC son una herramienta, estrategia y metodología dinámica, que podría dar buenos resultados y aportar en el aprendizaje del alumnado, además de fomentar su participación activa.

Tabla 22

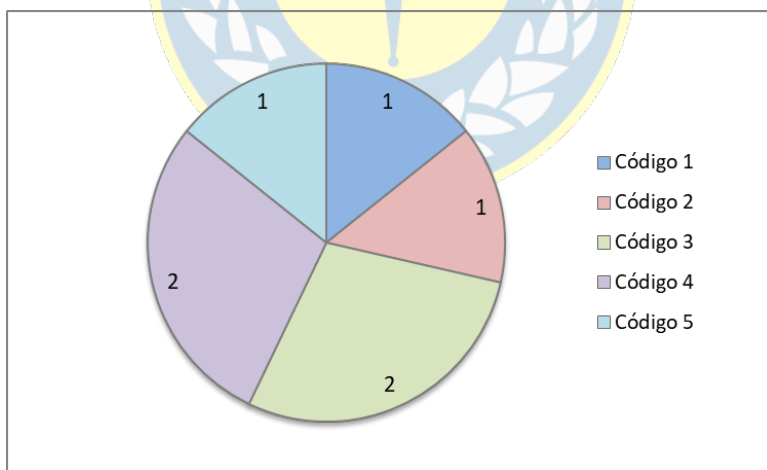
Categorización de justificaciones acerca del requerimiento de profundización de las CSC durante la Formación Inicial Docente.

Código	Categoría	Frecuencia
Código 1	Permite desarrollar habilidades en docentes	1

Código 2	Herramienta didáctica llamativa	1
Código 3	Permite la participación de los estudiantes (enfoque constructivista)	2
Código 4	Desarrolla competencias científicas en los estudiantes	2
Código 5	Expone las concepciones alternativas de los estudiantes	1

Figura 24

Frecuencia de categorías Tabla 22.



Discusión

Las controversias sociocientíficas han sido descritas dentro de la Didáctica de las ciencias como una metodología y/o herramienta didáctica que puede contribuir al desarrollo de lo que actualmente se conocen como “habilidades para el siglo XXI”, tales como la alfabetización científica y el pensamiento crítico (Díaz y Jiménez, 2012; González, 2012; Solbes, 2013; Díaz y Jiménez, 2014; Nida et al., 2020). Ante ello, la presente investigación buscó evaluar estas habilidades, para el siglo XXI, a partir de la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles, quienes finalmente coincidieron con que las CSC sí contribuyen a fomentar el pensamiento crítico.

A pesar de que diversos autores han señalado la relevancia que están teniendo las CSC en la enseñanza de las ciencias desde hace algunos años, existe cierto desconocimiento acerca de ellas y su uso como una herramienta didáctica, y es que, si bien estas ocupan un aspecto central en algunos diseños curriculares, aquello no siempre se refleja en el aula (Vilouta et al., 2017). En esta investigación se pudo demostrar, mediante el cuestionario inicial, que un 36% de los estudiantes no conocía, había leído o escuchado acerca de las controversias sociocientíficas, aun así, al momento de pedirles que expresaran lo que entendían acerca del término, lograron entregar definiciones cercanas y acertadas. Esto difiere en cierto porcentaje con lo señalado por Nida et al. (2020), quienes realizaron un estudio con 99 profesores para conocer sus experiencias en relación a la enseñanza basada en controversias sociocientíficas, donde un 53,3% de ellos señaló que nunca había oído o leído sobre la enseñanza y el aprendizaje en torno a las CSC, superando a quienes sí tenían noción de ello. Tal diferencia puede estar dada por el hecho de que la muestra, en esta investigación, es mucho menor (11 estudiantes) al estudio realizado, o también porque, posiblemente, el nombre del taller les entregó una aproximación a la herramienta didáctica.

El porcentaje de estudiantes que desconocían las controversias sociocientíficas cambió una vez realizado el taller de CSC (parte del plan de intervención), puesto que, a través del cuestionario final, llevado a cabo luego de este taller, se pudo demostrar que este disminuyó a un 27% de estudiantes que no conocían, habían leído ni escuchado acerca de las controversias sociocientíficas. Aquello demuestra que la variable independiente, correspondiente al taller de Controversias Sociocientíficas, produjo un

efecto en la muestra y que, a través de ella, pudieron conocer la definición del término, lo cual pudo, probablemente, aclararles de forma significativa sus respuestas ante la pregunta realizada.

Los estudiantes, en el cuestionario inicial, bajo sus conocimientos previos, entregan definiciones en las que exponen que las CSC representan la relación entre la sociedad y la ciencia, donde se llevan a cabo procesos de discusión o de diferencias de opiniones, sin embargo, si bien a partir de aquello expusieron algunos elementos que coinciden con la definición entregada por los autores, seguían teniendo deficiencias en cuanto a una formulación completa de la definición, con todos los elementos que le dan forma. Esto resulta esperable debido a que, como se señaló anteriormente, un 36% de los estudiantes creía no haber leído, oído ni escuchado acerca de las CSC. Por el contrario, gracias al taller de CSC, los estudiantes lograron llegar a un consenso respecto a la definición del concepto “Controversias Sociocientíficas”, determinando que son distintas opiniones en una sociedad en torno a temas científicos, definición que se acerca lo suficiente a lo establecido por otros autores como Díaz y Jiménez (2012) y Vilouta et al. (2017), quienes señalan que las CSC son problemáticas o asuntos de ámbito social, que se encuentran relacionados con la ciencia y la tecnología, y que involucran a distintos actores sociales.

Dentro del proceso de identificación del conocimiento inicial que poseían los estudiantes respecto a las controversias sociocientíficas, también se indagó en las fuentes de información que ellos consideraban que les había permitido tener cercanía con una o más CSC. De forma previa, a través del cuestionario inicial realizado, los participantes atribuyeron aquello, principalmente, a la Formación Inicial Docente y los artículos científicos (incluyendo revistas e investigaciones). Coincidente con ello, en el estudio realizado por Nida et al. (2020), los profesores encuestados también señalaron que una de las principales fuentes de información que les permitió tener cercanía con las controversias sociocientíficas fueron los artículos y a través de colegas, sin embargo no mencionan algo respecto a su formación como docentes. Dado que el término de controversias sociocientíficas hace alusión al aspecto científico dentro de ello, los estudiantes posiblemente relacionaron esto a la probable presencia de estas CSC en artículos, revistas e investigaciones en ciencias.

Una vez llevada a cabo la intervención a través del taller de CSC, donde los estudiantes pudieron conocer y familiarizarse con diversas controversias sociocientíficas,

los resultados cambiaron en cierta medida. En el cuestionario final, mencionaron nuevamente como fuente principal a la Formación Inicial, pero esta vez, se encontró en mayor proporción la mención de las noticias; en menor cantidad se mencionaron los artículos y las redes sociales. Como señalan Martínez y Parga (2013), las controversias sociocientíficas se caracterizan, entre otros aspectos, por su presencia permanente en distintos medios de comunicación, tales como internet, radio, televisión y prensa, lo cual hace posible que lleguen al público general y se hagan presentes en grandes audiencias de la sociedad. Además mencionan que los medios de comunicación tienen un rol importante respecto a las CSC, ya que incentivan la comprensión de ideas diferentes y, muchas veces, sensacionalistas en torno a la ciencia, lo cual es relevante para analizar críticamente los discursos entregados en reportajes y noticias de los medios ante asuntos de ciencia y tecnología. En cuanto a las redes sociales, la Universidad Complutense de Madrid (2019), señala que estas poseen la ventaja de convertirse en el escenario de la generación de debates interesantes, lo cual tiene relación directa con la formación de las CSC y su presencia en estos medios de internet.

Tras la constante presencia de las CSC en medios de comunicación, y con lo que algunos autores han mencionado respecto al papel de estas en la enseñanza, también resulta importante conocer acerca de la aplicación de esta herramienta didáctica en el aula. En el caso de los estudiantes de la muestra, de forma previa a la intervención realizada (taller de CSC), un 45% señaló que no habían aplicado las controversias sociocientíficas en su práctica pedagógica, mientras que un 55% de ellos no sabía si realmente las había aplicado o no. Ambos porcentajes pueden estar relacionados al hecho de que algunos no se encontraban familiarizados con el concepto, con su definición o con la forma de aplicación de las controversias sociocientíficas. Una vez llevada a cabo la intervención, donde los estudiantes pudieron informarse y comprender acerca de las CSC y su aplicación, se generó un cambio en los porcentajes señalados. En el cuestionario final, los resultados mostraron que un 64% de la muestra, esta vez, sí consideraba que habían aplicado las controversias sociocientíficas, mientras que el 36% decía no aplicarlas. Aquello evidencia que posiblemente los estudiantes lograron tener mayor claridad para responder la pregunta, dado que el taller les permitió comprender el concepto y, finalmente, recordar que sí las habían implementado. Los resultados indicados respecto al porcentaje de aplicación de las CSC en las prácticas pedagógicas (consideradas también en el aula) difieren de otras investigaciones; una de ellas fue realizada en una muestra de 22 profesores en Colombia, donde el 87,5% y 75% (dos

comunas, respectivamente) afirmó incorporar las CSC en sus clases (Faustino et al., 2021), siendo, por lo tanto, un porcentaje mayor a los resultados obtenidos en la muestra, tras el taller de CSC. Por otro lado, también difiere en cierto sentido con lo establecido por el estudio aplicado por Nida et al. (2020), ya que en él, un 64,6% de los 99 profesores encuestados, señaló que nunca o casi nunca aplicaron una enseñanza basada en CSC, lo que da entender que solo un 35% sí las aplicaron; dentro de las investigaciones realizadas en torno a la didáctica de las ciencias, autores como Vilouta et al. (2017), sugieren que las CSC no tienen un lugar asegurado en el aula. Las diferencias pueden deberse, en primer lugar, al tamaño de las muestras, ya que, si bien en la primera investigación hay un número menor de participantes, continúa siendo el doble que la muestra de este estudio, mientras que la segunda investigación es aún mayor. Por otra parte, también puede darse tal diferencia por la forma en que los participantes de este estudio consideran haber aplicado las CSC en el aula, ya que al estar en una práctica pedagógica y no encontrarse en ejercicio, la posibilidad de implementarlas en el aula se ve restringida.

La existencia de investigaciones que abordan el rol de las CSC en el aula permiten conocer qué competencias científicas consideran los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología que se pueden desarrollar a través de esta herramienta didáctica y si coincide con lo establecido por la literatura. En el cuestionario inicial, la competencia con mayor número de mención correspondió a las competencias científicas, donde la mayoría de ellos, tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final, señaló elementos que constituyen su definición y características (conocimientos, habilidades, actitudes, análisis de datos, formulación de hipótesis, entre otros). Autores como Díaz et al. (2019) señalan que las controversias sociocientíficas acercan a los estudiantes, y su realidad, a la ciencia en construcción, incentivando su interés por temas controversiales del área científica, que involucran a la sociedad, lo que posibilita el desarrollo de competencias científicas, las cuales se definen como el conjunto de conocimientos, capacidades y actitudes que permiten actuar e interactuar en situaciones que requieren de conocimientos científicos (Hernández et al, 2010; citado por Coronado y Arteta, 2015).

Lo anterior también resulta coincidente con los resultados obtenidos por Nida et al. (2020), donde los docentes partícipes del estudio señalaron, entre otras varias

competencias, elementos que son parte de las competencias científicas, como por ejemplo la formulación de hipótesis, experimentación, análisis de datos, etc.

Otra competencia que señalaron los estudiantes correspondió a la alfabetización científica, la cual corresponde a una estrategia que busca alcanzar en la población un nivel de conocimiento científico que les permita participar y fundamentar posibles decisiones en torno a temas científico-tecnológicos que afecten a la sociedad (Dirección General de Cultura y Educación, 2006). La teoría indica que, en relación a las controversias sociocientíficas, esta es una buena herramienta didáctica para trabajar y fomentar el desarrollo de la alfabetización científica, una de las principales finalidades en la Enseñanza de las Ciencias (Díaz, 2018), ya que mediante estas, los estudiantes generarán reflexiones y establecerán una postura crítica que les permitirá tomar decisiones frente a temáticas relacionadas con el mundo social, la ciencia y tecnología (García y Martínez, 2015). Por otro lado, los estudiantes también señalaron (en ambos cuestionarios) el pensamiento crítico como otra de las competencias que se podría desarrollar a través de las controversias sociocientíficas, donde el estudio ya mencionado, también resulta en que algunos docentes indicaron que las competencias del alumno que serían desarrolladas al aplicar las CSC en la enseñanza, corresponden a pensamiento crítico, la reflexión y los procesos de toma de decisiones.

Asimismo, y relacionado con el propósito de la investigación, es que diversos autores (González, 2012; Solbes, 2013; Lapasta et al., 2019) han señalado que las controversias sociocientíficas constituyen una herramienta que permite fomentar el desarrollo del pensamiento crítico. Es por ello que a los estudiantes también se les pidió, a través de una serie de preguntas, que reflejaran sus perspectivas en torno a aquella afirmación. De forma previa, a través del cuestionario inicial, los participantes de la muestra consideraron que las CSC sí contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico, atribuyendo a aquello a diferentes aspectos. Algunos justifican lo anterior señalando que las CSC exponen un conflicto o puntos de vista diferentes donde las personas (o los estudiantes) deben tomar una postura u opinión con una visión crítica, mientras que otros señalan el hecho de que estas generan un espacio para discutir, reflexionar, identificar y analizar las opiniones propias. Luego, una vez llevado a cabo el taller de CSC, en el cuestionario final, los estudiantes continuaron considerando que las controversias sociocientíficas sí contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico, justificando aquello en

que estas permiten la toma de decisiones o formación de posturas argumentadas y la distinción de fuentes confiables.

Los resultados mencionados coinciden con lo indicado por Lapasta et al. (2019), quienes señalan que las controversias ofrecen una oportunidad para estimular el pensamiento crítico al conectar con problemas sociales y cuestiones científicas que son relevantes en distintos aspectos, ya sean sociales, éticos, políticos, entre otros, permitiendo, además, la formación de opiniones independientes y argumentadas, además de una perspectiva propia de las situaciones. Y es que la ciencia es considerada metodológicamente crítica, pero para poder considerarse como pensamiento crítico, es necesario abordarla desde las controversias sociocientíficas (García y Martínez, 2015; Solbes, 2019).

Para que los estudiantes pudieran familiarizarse con las CSC de forma previa al taller aplicado, se les mostró un ejemplo relacionado a los alimentos transgénicos, considerado también por Díaz y Jiménez (2014) como una controversia sociocientífica, para conocer su perspectiva acerca de si esta temática la aplicarían en el aula para el desarrollo del pensamiento crítico. A partir de ella, los estudiantes señalaron que sí la aplicarían para ese propósito, postura que se mantuvo tanto en el cuestionario inicial, como en el cuestionario final. De forma previa (cuestionario inicial), los participantes de la muestra atribuyen sus decisiones al hecho de que la temática permitiría generar opiniones y debates a través de los cuales los estudiantes podrían aplicar competencias científicas; aquello se repite luego de realizada la intervención a través del taller de CSC. En el cuestionario final, y una vez realizada la intervención, los estudiantes nuevamente señalaron que aplicarían la CSC de alimentos transgénicos porque permite la formación de debates y emisión de opiniones aplicando competencias científicas o bien para su desarrollo. Así lo han establecido autores como Ruiz et al. (2013), quienes han indicado que mediante las controversias sociocientíficas es posible generar debates en torno a una temática, incluso permitiría trabajar la argumentación en el aula, lo cual contribuiría, a su vez, al desarrollo de la alfabetización científica y el pensamiento crítico en el alumnado, dos objetivos que se consideran en la actualidad fundamentales de la enseñanza en una sociedad democrática.

Dado que las controversias sociocientíficas están presentes a diario, y su comprensión es relevante para lo que actualmente es la Didáctica de las Ciencias, también es importante que los docentes sepan identificarlas. Es por ello que, a los

estudiantes partícipes de la muestra se les pidió señalar temáticas controversiales que abordarían en el aula, las cuales, en su mayoría, estuvieron dirigidas hacia las vacunas; también se mencionaron temas como el cambio climático, genética, alimentos transgénicos, entre otros, pero en menor frecuencia. Una vez realizado el taller de controversias sociocientíficas, las vacunas fueron nuevamente la temática principal mencionada por los estudiantes, seguida por la alimentación (vegana, dietas milagrosas, alimentación saludable, entre otras); en menor medida hubo mención de temáticas de sexualidad y biotecnología e ingeniería genética. El tema de la vacunación, según Maguregi et al. (2017) genera diferentes posturas en la sociedad, por lo que puede ser utilizado como un contexto relacionado a la realidad cercana de los estudiantes, resultando, por lo tanto, en una controversia sociocientífica ideal para aplicar en el aula. Respecto a la mención de temáticas relacionadas a la alimentación y la biotecnología e ingeniería genética, Martínez y Villamizar (2014) compilaron unidades didácticas en torno a controversias sociocientíficas que son cruciales a trabajar en el aula, que se coinciden con las señaladas por los estudiantes: alimentos transgénicos y biotecnología. Los autores señalan que son CSC relacionadas a conocimientos “actuales” que circulan por diferentes medios de comunicación, teniendo implicancias científicas, tecnológicas, políticas y ambientales, lo cual puede incentivar la participación activa del estudiantado en debates que permitan desarrollar el pensamiento crítico, la argumentación y la toma de decisiones.

En cuanto a los resultados sistemáticos, estos difieren de los datos obtenidos en investigaciones como la de Nida et al. (2020), donde los docentes partícipes del estudio señalaron como temas potenciales para el aprendizaje basado en controversias sociocientíficas la contaminación ambiental, la biotecnología alimentaria, el calentamiento global, entre otros. Dada la fecha del estudio, resultan ser cuestiones más actualizadas, sin embargo, pese a que allí los profesores no mencionaron la vacunación, los estudiantes de la muestra sí lo hicieron; este tema, en la actualidad, ha adquirido gran importancia, especialmente gracias al contexto de pandemia en el que se encuentra el mundo.

Dado que diversos autores (mencionados anteriormente) han señalado la importancia de aplicar las CSC en la enseñanza de las ciencias, para el desarrollo de competencias varias, como la alfabetización científica y el pensamiento crítico, también es importante conocer las perspectivas de los estudiantes partícipes de esta investigación en

relación a ello, ya que, al ser futuros profesores de Ciencias Naturales y Biología requerirán de estrategias y/o herramientas didácticas que les permitan formar ciudadanos alfabetizados y capaces de analizar críticamente las situaciones que los rodean y rodearán en el futuro. Ante aquello, los estudiantes de la muestra señalaron que sí aplicarían las controversias sociocientíficas en el ejercicio de su profesión docente. Las justificaciones que dieron para ello, a partir de sus conocimientos previos en el cuestionario inicial, señalaban que lo harían porque estas permiten el desarrollo de competencias científicas como el pensamiento crítico, la alfabetización científica y habilidades relacionadas a ello, mencionando, a su vez, que las CSC pueden representar una estrategia innovadora que puede catalizar la formación de debates; respuestas que se refuerzan una vez que la muestra fue sometida a un taller de CSC.

Con ello, bajo una experiencia propia, y ante la falta de investigaciones relacionadas a la aplicación de las CSC en Chile, es que también se les preguntó a los estudiantes, solo en el cuestionario final, acerca de la profundización de esta temática durante la Formación Inicial Docente, donde la totalidad de ellos señaló que sí se debería profundizar en las CSC como una herramienta didáctica. Algunos de ellos, entregaron justificaciones en torno al hecho de que estas pueden ser necesarias para provocar la participación activa de los estudiantes, con un enfoque constructivista, además de permitir el desarrollo de competencias científicas. Torres y Martínez (2018) señalan que el trabajo con controversias sociocientíficas con docentes resulta favorecedor para la participación activa de los estudiantes, mencionando, además, que la profundización de esta temática llevaría a ver la ciencia como una construcción humana, donde se generan múltiples controversias que deben ser desarrolladas por docentes, como personas responsables, con el fin de educar para la democracia, al igual que para orientar los diferentes debates que se den en el aula hacia lo que es el progreso constante de la ciencia y sus implicancias en aspectos sociales, políticos y éticos.

El que los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, y todos aquellos en Formación Inicial Docente, conozcan acerca del uso de las CSC resulta ser relevante ante la dificultad que poseen algunos profesores de abordar estrategias relacionadas a los debates o discusiones, lo que evita que sus alumnos puedan desarrollar un rol activo y que no cuestionen el conocimiento científico (Vilouta, 2019)

Ante esta necesidad es que, dentro de esta investigación, además de buscar indagar en las perspectivas de los estudiantes partícipes del estudio, también se

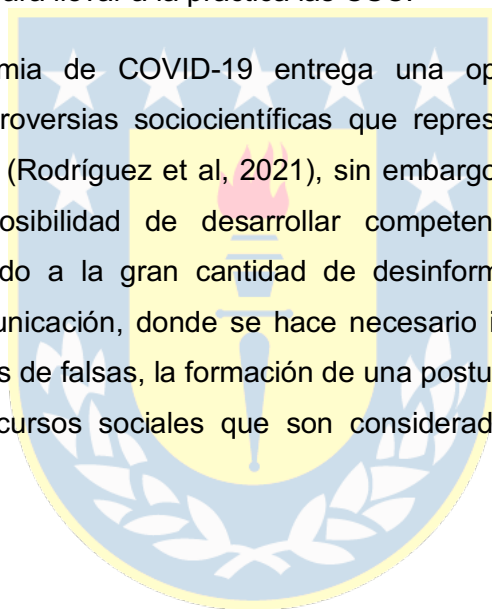
desarrolló un taller de controversias sociocientíficas con el fin de acercar a los estudiantes a esta herramienta didáctica y conocer su nivel de pensamiento crítico mediante temáticas debatibles inmersas en la sociedad sobre las vacunas contra el COVID-19. Allí se reflejaron aspectos a nivel argumentativo, toma de decisiones, formación de opiniones o posturas, análisis crítico a discursos legitimadores, entre otros. Con ello, se logró evidenciar que los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología poseen un nivel de pensamiento crítico alto, con un promedio de 14 en cuanto a puntaje. A pesar de no haber investigaciones sobre CSC que determinen el nivel de pensamiento crítico mediante la categorización de desempeño a nivel argumentativo (Carrasco, 2018), sí hay autores que han utilizado otros instrumentos para el mismo objetivo. Uno de ellos fue realizado por Moreno y Martínez (2009) quienes al aplicar una controversia sociocientífica sobre biocombustibles en 18 estudiantes de entre 16 y 17 años, que cursan en una escuela pública en Brasil, obtuvieron como resultado bajos niveles de argumentación, a pesar de que se hizo uso de una herramienta didáctica que fomenta esta capacidad. Estos resultados, por lo tanto, difieren de los obtenidos en el taller de CSC de la presente investigación, ya que en este se obtuvo un nivel de pensamiento crítico alto. La diferencia en los resultados puede deberse tanto a las características de la muestra, como a la forma de implementar la herramienta didáctica. Rodríguez et al. (2021) señala que es importante utilizar propuestas formativas basadas en CSC que, además de desarrollar conocimientos científicos, promuevan habilidades como la argumentación y las características tras las creencias de asuntos científicos (como las vacunas). El taller de CSC ha permitido realizar un acercamiento en relación a la visión de las controversias sociocientíficas por parte de los estudiantes de Formación Inicial Docente y su papel en el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico. El que los estudiantes hayan sido capaces de argumentar, tomar decisiones, analizar, entre otros aspectos, indica que las CSC como herramienta didáctica funcionan para los propósitos establecidos.

Martínez (2014) menciona que la implementación de las CSC en la Formación Inicial Docente resulta un aporte relevante para que los futuros profesores puedan favorecer la formación ciudadana en los estudiantes a los cuales algún día enseñarán, pero también puede representar un desafío, ya que requiere que los estudiantes de estas áreas se preparen en temas sociales, éticos, políticos y ambientales que pueden ser difíciles. Sin embargo, el mismo autor expresa que las exigencias alrededor de la aplicación de las CSC pueden favorecer el desarrollo de la autonomía docente en

términos participativos, además de posibilitar una respuesta ante la demanda de una formación permanente en cuanto a investigaciones didácticas.

Finalmente se puede mencionar que la didáctica de pensamiento crítico involucra un aprendizaje activo y significativo, logrado a través de la interacción y del diálogo para el desarrollo de la curiosidad, el cuestionamiento, la reflexión, la toma de decisiones con conocimiento y la generación de soluciones (Palacios et al., 2017), lo cual se puede lograr a través de la implementación de las CSC en la enseñanza, La inclusión de las controversias sociocientíficas en el aula se puede dar, según Vilouta (2019) a partir del acercamiento de los docentes a una imagen constructivista tanto de la ciencia como de su enseñanza y aprendizaje, y a través de una capacitación específica que otorgue herramientas y recursos para llevar a la práctica las CSC.

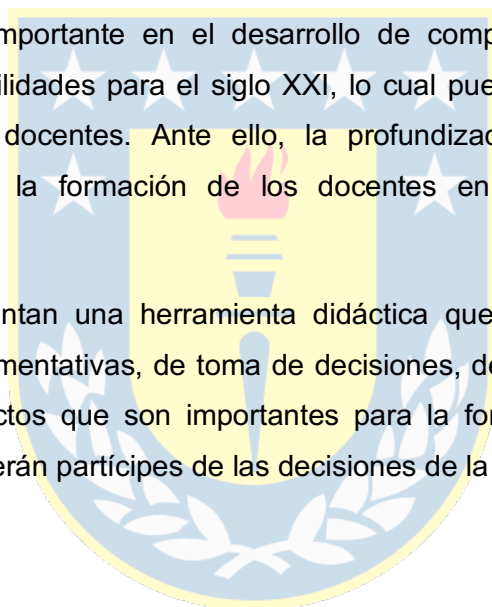
La actual pandemia de COVID-19 entrega una oportunidad en la que se evidencian diversas controversias sociocientíficas que representan un desafío para el alumnado y los docentes (Rodríguez et al, 2021), sin embargo, también funcionan como una ventaja ante la posibilidad de desarrollar competencias científicas como el pensamiento crítico debido a la gran cantidad de desinformación que circula en los distintos medios de comunicación, donde se hace necesario incentivar la capacidad de distinguir fuentes verídicas de falsas, la formación de una postura, la toma de decisiones y el análisis hacia los discursos sociales que son considerados por el colectivo como legítimos.



Conclusiones

Tras la investigación llevada a cabo y el análisis de datos sostenido a lo largo del estudio, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Bajo la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles, las controversias sociocientíficas son una herramienta didáctica que sí permite fomentar el desarrollo del pensamiento crítico. Es por ello que se encontraron de acuerdo en que las implementarían en el aula para tal propósito.
- Estrategias didácticas como el taller de CSC llevado a cabo son necesarios para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes. La implementación de las CSC juega un papel importante en el desarrollo de competencias científicas y las denominadas habilidades para el siglo XXI, lo cual puede resultar ser un desafío para los futuros docentes. Ante ello, la profundización de esta herramienta didáctica durante la formación de los docentes en ciencias se vuelve una necesidad.
- Las CSC representan una herramienta didáctica que permite el desarrollo de capacidades argumentativas, de toma de decisiones, de identificación de fuentes, entre otros; aspectos que son importantes para la formación ciudadana de los estudiantes que serán partícipes de las decisiones de la sociedad.



Limitaciones, proyecciones y propuestas

Las limitaciones, proyecciones y propuestas observadas y sugeridas en la investigación fueron las siguientes:

- El tamaño de la muestra se limitó a los estudiantes de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles, debido al contexto de pandemia en el que se encuentra inmerso el mundo. La disponibilidad de los participantes era determinante para la investigación, por lo que se buscó una muestra segura para llevarla a cabo.
- Debido al mismo contexto de pandemia es que los instrumentos de recolección de datos se implementaron en modalidad online para mantener la seguridad de los participantes. Si bien existieron ciertas limitaciones de comunicación entre la muestra y las estudiantes encargadas del estudio, la investigación logró llevarse a cabo.
- Se sugiere que no se subestime el tiempo de validación de los instrumentos, ya que se debe tener en consideración que es una etapa que demanda coordinación y coincidencia de horarios y tiempos.
- Tras algunas de las respuestas obtenidas de los estudiantes, se sugiere profundizar durante la Formación Inicial Docente en las CSC y su uso como una herramienta didáctica, para preparar a los futuros profesores ante una herramienta emergente que actualmente está teniendo gran relevancia en las aulas.
- Finalmente, en caso de continuar investigaciones como la presente, se sugiere ampliar la muestra para recabar una mayor cantidad de datos y de esa forma hacerlo representativo. O bien, podrían acudir a una muestra relacionada con docentes en ejercicio para hacer más interesante la indagación.

Referencias bibliográficas

- Agencia de Calidad de la Educación. (2019). *PISA 2018. Entrega de Resultados. Competencia Lectora, Matemática y Científica en estudiantes de 15 años en Chile*. Santiago, Chile. http://archivos.agenciaeducacion.cl/PISA_2018-Entrega_de_Resultados_Chile.pdf
- Asencio, E. (2012). Hacia una nueva mirada de la educación científica en el trabajo escolar. *Revista Varela*, 2(32). <http://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/download/410/818/1715>.
- Arteaga, E., Armada, L. y Del Sol, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1). 169-176. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus24116.pdf>
- Betancur, M., Lince, W. y Restrepo, M. (2010). El sujeto crítico: Construcción conceptual desde la teoría crítica clásica. *Aletheia*, 2(1). <https://aletheia.cinde.org.co/index.php/ALETHEIA/article/view/17>
- Caballero, C. y Recio, P. (2007). Las tendencias de la Didáctica de las Ciencias Naturales en el Siglo XXI. *Varona*, (44), 34-41. <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360635564007.pdf>
- Carrasco, J. (2018). *Medición del desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes chilenos/as de educación superior*. [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. Archivo digital. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/3062>
- Cisterna, C., Soto, V. y Rojas, C. (2016). Rediseño curricular en la Universidad de Concepción: la experiencia de las carreras de formación inicial docente. *Calidad en la Educación*, (44), 301-323. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/caledu/n44/art11.pdf>
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la

educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos XXXVI*, (2), 289-303.
<http://revistas.uach.cl/pdf/estped/v36n2/art16.pdf>

Contreras, S. (2016). Pensamiento Pedagógico en la Enseñanza de las Ciencias. Análisis de las Creencias Curriculares y sus Implicancias en la Formación de Profesores de Enseñanza Media. *Formación Universitaria*, 19(1), 15-24.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062016000100003

Coronado, M. y Arteta, J. (2015). Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, (23). <http://www.scielo.org.co/pdf/zop/n23/n23a10.pdf>

Díaz, N. (2018). 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), 1102.
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3539/4134>

Díaz, N. y Jiménez, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92024530004.pdf>

Díaz, N. y Jiménez, M. (2014, del 8 al 12 de septiembre). Las controversias sociocientíficas como contexto en la enseñanza de las ciencias [conferencia]. 26 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la 2ª Escuela de Doctorado*, Huelva, España.
https://www.researchgate.net/publication/273000239_Las_controversias_sociocientificas_como_contexto_en_la_ensenanza_de_las_ciencias

Díaz, N., Caparrós, E. y Sierra, J. (2019). Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la alfabetización científica. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (12), 261–281.
<https://doi.org/10.46661/ijeri.2905>

Dirección General de Cultura y Educación. (2006). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria: 1º año ESB*.
<http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/documentosdescarga/secundaria1.pdf>

- España, E. y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, (71), 17-24. <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/37531/Problemas%20socio-cientificos%20y%20ense%C3%B1anza%20aprendizaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Facione, P. (2007). Pensamiento crítico: ¿Qué es y por qué es importante?. *Insight Assessment*, 1, 1-22. <http://www.eduteka.org/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.php>
- Facultad de Educación Universidad de Concepción. (s.f.). *Pedagogía en Cs. Naturales y Biología*. <https://educacion.udec.cl/carreras/pedagogia-en-cs-naturales-y-biologia/>
- Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía. (2011). La importancia de la ciencia en la educación: el grafeno. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, (12). <https://www.feandalucia.ccoo.es/andalucia/docu/p5sd7894.pdf>
- Faustino, J., Padilla, J. y Obando, N. (2021, del 13 al 15 de octubre). Las cuestiones sociocientíficas: su abordaje por parte de docentes de ciencias de las instituciones educativas oficiales de las comunas ocho (8) y nueve (9) de la ciudad de armenia, quindío [congreso]. *Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias*, Bogotá, Colombia. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15119/9927>
- García, M., Lozic, M. y Galdames, S. (2018). ¿Qué entienden los profesores chilenos por pensamiento crítico? *Actualidades Pedagógicas*, 1(72), 49-72. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1348&context=ap>
- García, N. y Martínez, L. (2015). Incidencia del abordaje de una cuestión socio-científica en la alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos. *Praxis & Saber*, 6(11), 87-114. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/3576/3534
- George, S., Torres, J. y O’Ryan M. (2020). Pandemia y vacunas, ¿quimera o realidad? *Revista Médica de Chile*, 148(4), 427-428.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872020000400427

González, H. (2012, del 26 al 28 de septiembre). Controversias sociocientíficas para fomentar el pensamiento crítico en docentes [conferencias]. *III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, La Plata, Argentina. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3676/ev.3676.pdf

Harvey, S. (1980). *Critical Thinking as an Educational Ideal*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED187762.pdf>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. <https://b-ok.lat/book/2694464/1d1837>

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Laburu, C. (1996). La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. *Investigación y Experiencias Didácticas*, 14(1), 93-101. <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n1/02124521v14n1p93.pdf>

Lapasta, L., Merino, G., Arcarúa, N. y Menconi, F. (2019, del 8 al 10 mayo). Los problemas socio científicos como una oportunidad de aprendizaje en la formación de futuros/as docentes de Física, Química y Ciencias Biológicas [conferencia]. *V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación*, Buenos Aires, Argentina. <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/v-jornadas-2019/actas/Lapasta.pdf>

López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, (22), 41-60. https://www.educacion.to.uclm.es/pdf/revistaDI/3_22_2012.pdf

Maguregi, G., Uskola, A. y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las ciencias*, 35(2), 29-50. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/v35-n2-maguregi-uskola-burgoa/414838/>

- Martínez, L. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (36), 77-94. <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n36/n36a06.pdf>
- Martínez, L. y Parga, D. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: Aportes para la formación del profesorado* (1ª.ed.). Universidad Pedagógica Nacional. https://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2015/08/2-libro_discurso_etico_y_ambiental.pdf
- Martínez, L. y Villamizar, D. (2014). *Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas: construcciones entre la escuela y la universidad* (1ª. ed.). Universidad Pedagógica Nacional. https://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2015/08/3-Unidades_didacticas_20150126Web26enero.pdf
- Millán, T., Heresi, C., Díaz, F. Weisstaub, G. y Vargas, N. (2020). La pandemia COVID-19 como oportunidad de reflexión en Educación en Ciencias de la Salud. *Revista Chilena de Pediatría*, 91(4), 489-491. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062020000400489
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2012). *Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media. Estándares pedagógicos y disciplinarios*. https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2019/03/Est%C3%A1ndares_Media.pdf
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2015). *Bases Curriculares 7° básico a 2° medio*. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-37136_bases.pdf
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2019). *Bases Curriculares 3° y 4° medio*. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414_bases.pdf
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2021a). *Programa de Estudio 3° o 4° medio Formación Diferenciada Ciencia Biología Celular y Molecular*. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140138_programa_feb_2021_final_s_disegno.pdf
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2021b). *Programa de Estudio 3° o 4° medio Formación Diferenciada Ciencia Ciencias de la Salud*.

https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140139_programa_feb_2021_final_s_disegno.pdf

Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2021c). *Programa de Estudio 3° o 4° medio Formación Diferenciada Ciencia Biología de los Ecosistemas*.
https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140136_programa_feb_2021_final_s_disegno.pdf

Miranda, C. (2003). El pensamiento crítico en docentes de educación general básica en Chile: un estudio de impacto. *Estudios Pedagógicos*, (29), 39-54.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07052003000100003&script=sci_arttext&lng=pt#miranda2003

Mota, J. (2009). Vacunas de ADN: inducción de la respuesta inmunitaria. *Salud Pública de México*, 51, 463-469. <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v51s3/a12v51s3.pdf>

Moreno, D. y Martínez, L. (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. *Revista Nodos y Nudos*, 3(27), 30-42.
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/NYN/article/view/10108/7249>

Nida, S., Rahayu, Sri. & Eilks, I. (2020). A Survey of Indonesian Science Teachers' Experience and Perceptions toward Socio-Scientific Issues-Based Science Education. *Education Sciences*, 10(39).
https://www.researchgate.net/publication/339253764_A_Survey_of_Indonesian_Science_Teachers'_Experience_and_Perceptions_toward_Socio-Scientific_Issues-Based_Science_Education/link/5e6a06fa92851c20f32221f2/download

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2016). *Educación científica*.
<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-CienciaEducacion.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (s.f.). *El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve*.
<https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>

- Palacios, W., Álvarez, M., Moreira, J. y Morán, C. (2017). Una mirada al pensamiento crítico en el proceso docente educativo de la educación superior. EDUMECENTRO, 9(4), 194-206. <https://www.medigraphic.com/pdfs/edumecentro/ed-2017/ed174n.pdf>
- Pastor, R. (2019). Herramientas didácticas orientadas al estudiante y el rendimiento académico [Tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Archivo digital. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7310/Herramientas_PastorArmendariz_Roberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paul, R. y Elder, L. (2003). *La mini-guía para el pensamiento crítico. Conceptos y herramientas*. <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-ConceptsandTools.pdf>
- Pérez, J. y Gardey, A. (2021). *Definición de perspectiva*. Definición de. <https://definicion.de/perspectiva/>
- Phan, H. (2010). Critical thinking as a self-regulatory process component in teaching and learning. *Psicothema*, 22(2), 284-292. <https://reunido.uniovi.es/index.php/PST/article/view/8903/8767>
- Picher, J. (2011). *Una experta afirma que la Biología molecular está revolucionando el mundo de las vacunas*. Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología. <https://www.dicyt.com/noticias/una-experta-afirma-que-la-biologia-molecular-esta-revolucionando-el-mundo-de-las-vacunas>
- Pontificia Universidad Católica de Chile [UC]. (2021). *Conversatorio abordó la desinformación que existe en redes sociales en torno a las vacunas*. <https://www.uc.cl/noticias/conversatorio-organizado-por-fcom-e-imii-abordo-la-desinformacion-que-existe-en-redes-sociales-en-torno-a-las-vacunas/>
- Rodríguez, B. y Gamarra, H. (2017). *El contexto social como herramienta didáctica para mejorar la resolución de problemas matemáticos a partir del ABP con alumnos de 3° de la IETA Luis Villafañe de Córdoba Bolívar* [Tesis de maestría, Universidad Evangélica Nicaragüense Martín Luther King Jr. UENIC MLK Jr.] Archivo digital.

<https://cismilk.edu.co/Repositorio/2017%20y%202018/Berlides%20Rodriguez%20Narvaez%20y%20Hernando%20Gamarra%20correa%20.pdf>

Rodríguez, N., Puig, B., Cebrian, D. y Blanco, Á. (2021). La toma de decisiones responsables frente a la vacuna de la covid-19. Conocimientos y posiciones de futuros docentes. *Revista Internacional de Pesquería em Didática das Ciências e Matemática*, 2, 1-15.
<https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/download/410/209/1371>

Rojas, O. (2020). Fortalecimiento del pensamiento crítico a través de la controversia en redes sociales. *Experiencias Investigativas y Significativas*, 6(6), 233-244.
<http://experiencias.iejuliussieber.edu.co/index.php/Exp-inv/article/view/178/131>

Rúa, E. (Ed.). (2017). Pensamiento crítico frente a la proliferación de información falsa. *Ingenio magno*, 8(2), 1-172.
<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1502/1376>

Ruiz Bolívar, C. (2002). Instrumentos de Investigación Educativa. *Fedupel*.

Ruiz, J., Solbes, J. y Furió, C. (2013). Debates sobre cuestiones sociocientíficas. Una herramienta para aprender física y química. *Textos de Didáctica de la Lengua y de la Literatura*, (64), 32-39.
https://www.uv.es/jsolbes/documentos/Textos_Ruiz,Solbes,Furio_2103.pdf

Saladino, A. (2012). *Pensamiento crítico*.
http://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos_final/506trabajo.pdf

Sanchez, M., Schmidt, M., Zuntini, J., y Obiol, L. (2017). La influencia de las redes sociales virtuales en la difusión de información y conocimiento: Estudio de Pymes. *Revista Ibero Americana de Estrategia*, 16(4), 69-90.
<https://www.redalyc.org/pdf/3312/331253804006.pdf>

Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1-10.
<https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/14993/1-329-Solbes.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 148-158. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/34992/096296.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solbes, J. (2019). Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Revista Tecné Episteme y Didaxis*, (46), 81-99. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/10541/7585>
- Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Revista didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (26), 247-269. https://www.researchgate.net/publication/272666073_Analisis_de_las_competencias_de_pensamiento_critico_desde_el_abordaje_de_las_cuestiones_sociocientificas_un_estudio_en_el_ambito_universitario
- Sternberg, R. (1986). *Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED272882.pdf>
- Tamayo, A., Zona, R. y Loaiza, Y. (2015). Pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 11(2), 111-113. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134146842006.pdf>
- Torres, N. y Martínez, L. (2018). Juego de roles y cuestiones sociocientíficas en la formación inicial de profesores. *MaDoQuim: Memorias de la Maestría en Docencia de la Química*, 1, 25-31. https://www.researchgate.net/publication/325181362_95_Juego_de_rol_y_cuestiones_sociocientificas_en_la_formacion_inicial_de_profesores
- Universidad Complutense de Madrid. (2019). *La Comunidad Científica ante las Redes Sociales. Guía de Actuación para Divulgar Ciencia a través de ellas*. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1334-2019-03-27-Gu%C3%ADa%20de%20actuaci%C3%B3n%20def%202019%20WEB.pdf>

- Unidad de Currículum y Evaluación [UCE]. (s.f.). *Organización curricular Ciencias Naturales*. Currículum Nacional.
<https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-General/Ciencias-naturales/20872:Organizacion-curricular-Ciencias-Naturales>
- Universidad de Concepción. (2011). *Modelo Educativo*. http://docencia.udec.cl/wp-content/uploads/2014/05/Modelo_educativo_opti.pdf
- Universidad de Concepción. (2016). *Plan Estratégico Institucional 2016 - 2020*.
https://intranet.udec.cl/sites/default/files/PEI_2016_2020.pdf
- Uskola, A., Burgoa, B. y Maguregi, G. (2020). Integración del conocimiento científico y de la capacidad argumentativa en tomas de decisión sobre temas sociocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1-21.
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/download/5481/6668/27816>
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Investigación Didáctica*, 27(1), 33-48.
<https://core.ac.uk/download/pdf/13279284.pdf>
- Vilouta, N. (2019). Conceptualización y abordaje de controversias sociocientíficas en la materia Biología, Genética y Sociedad. *Divulgatio. Perfiles académicos De Posgrado*, 3(08), 1-29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7882806>
- Vilouta, N., Pellegrini, P. y Porro, S. (2017, del 5 al 8 de septiembre). Controversias sociocientíficas en la enseñanza de la biología en argentina: un estudio de caso [congreso]. *X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, Sevilla, Argentina. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/5-Controversias_sociocientificas_en_la_ensenanza.pdf

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En el presente documento lo invitamos a participar, de manera libre y voluntaria, en la investigación titulada **“Perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología en relación a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica para fomentar el pensamiento crítico”**. El estudio estará a cargo de la docente Mag. Alejandra Barriga, adscrita al Departamento de Ciencias Básicas de la Escuela de Educación del Campus Los Ángeles, Investigadora Responsable y Profesora guía de las estudiantes tesistas Srta. Genesis Contreras Heredia y Srta. Carla Vidal Castillo, de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología de la Escuela de Educación de la Universidad de Concepción - Campus Los Ángeles.

La investigación tiene como objetivo evaluar si las controversias sociocientíficas son una herramienta didáctica que permite fomentar el pensamiento crítico bajo la perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, que hayan cursado la asignatura de Biología Molecular e Ingeniería Genética.

Para el logro del objetivo se requiere de su participación, la cual consiste en la asistencia a un taller de controversias sociocientíficas que se llevará a cabo el segundo semestre del año 2021, en la asignatura “Diseño e Implementación Didáctica en la Especialidad” en un periodo de dos días, cada uno durante 2 horas cronológicas. La asistencia es de carácter voluntaria, por lo tanto, tiene derecho a no participar o a retirarse del taller en el momento que considere pertinente, sin riesgos de sufrir una sanción o reproche.

Es importante recalcar que todos los datos obtenidos serán expuestos solo en la investigación presente y serán resguardadas bajo el anonimato. Su participación no pondrá en riesgo (identificable) su integridad física y psicológica, ni tampoco generará algún tipo de beneficio directo a los participantes, ya sea en el aspecto económico o académico (sumativo).

Los resultados de este estudio pueden ser publicados, pero su identidad no será revelada y sus datos personales permanecerán en forma confidencial. Además, estos resultados estarán a disposición del participante y, ante cualquier duda o consulta, se pueden contactar mediante correo electrónico con la docente Alejandra Barriga a abarriga@udec.cl, supervisora del estudio. Para cualquier duda que no me haya sido satisfactoriamente resuelta por la Investigadora Responsable me podrá dirigir a con Andrea Rodríguez T., Presidenta del Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Concepción, al correo electrónico secrevid@udec.cl.

Desde ya agradecemos su participación.



ACTA DE CONSENTIMIENTO

Declaro que he leído y comprendido toda la información que me ha sido entregada. Estoy de acuerdo con los términos presentados acerca de mi participación en la investigación “Perspectiva de los estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología en relación a las controversias sociocientíficas como una herramienta didáctica para fomentar el pensamiento crítico”.

Entiendo que, en cualquier momento de mi participación, puedo realizar preguntas adicionales a las alumnas que dirigen la investigación, al igual que a la docente supervisora del estudio. A su vez, comprendo que tengo el derecho de retirarme de la misma, en el momento que estime, sin que haya consecuencias para mí.

En atención a estas consideraciones, libremente marque lo que corresponda a su voluntad:

Yo ACEPTO participar Yo NO ACEPTO participar



Firma Participante

Firmas Estudiantes Seminaristas

Nombre Investigadora Responsable

Nombre Director Centro Estudio/ Ministro de Fe

Firma Investigadora Responsable

Firma Director Centro Estudio/Ministro de Fe

Andrés Luján



Anexo 2. Cálculo Alfa de Cronbach

Estadísticas de total de elementos.

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Interp_01	9,08	9,538	,110	,668
Interp_02	10,00	7,091	,555	,579
Analisis_01	10,08	8,447	,238	,656
Analisis_02	10,08	9,356	,004	,703
Eval_01	10,17	6,333	,663	,539
Eval_02	9,75	7,477	,430	,611
Infer_01	9,67	7,879	,305	,644
Infer_02	9,75	7,841	,457	,610
Expli	9,42	8,811	,243	,652

Anexo 3. Taller de Controversias Sociocientíficas

A continuación, te presentamos el siguiente taller, en el cual deberás responder una serie de preguntas a partir del texto “Vacunas: ¿rechazarlas todas o aceptarlas sin dudar?” y de la propia indagación. Cabe destacar que este instrumento tiene como propósito medir su nivel de pensamiento crítico, esperando, a partir de las preguntas establecidas, valorar su capacidad argumentativa, por lo que se considera que no hay respuestas correctas o incorrectas.

Vacunas: ¿rechazarlas todas o aceptarlas sin dudar?

Actualmente el proceso de vacunación masiva avanza exitosamente en Chile; hasta el día 13 de septiembre del 2021, donde alrededor de 13,9 millones de personas se encuentran con su esquema de vacunación completo, correspondiendo al 73,5% de la población. El gobierno, junto con negociar rápidamente con muchas compañías farmacéuticas, incluidas empresas pioneras como AstraZeneca, Pfizer y Johnson & Johnson, y tomando la decisión de participar en los ensayos clínicos de las vacunas covid-19, se permitió fortalecer su posición negociadora.

Es así como se realizaron ensayos de fase 3 con las vacunas de AstraZeneca, Johnson & Johnson, Sinovac y Cansino. Aun cuando nuestro país posee una estricta protección regulatoria para los participantes de ensayos clínicos, esto no fue impedimento para que los laboratorios realizarán investigaciones, siendo clave la internacionalización de las universidades chilenas, algunas de las cuales ya habían forjado vínculos estrechos con estas compañías farmacéuticas antes de la pandemia. Por ello, los residentes de Chile han enfrentado la inoculación con alguna de las vacunas covid-19, ante lo cual no has quedado exento.

Como futuro profesor de ciencias naturales y biología, tienes la responsabilidad de estar alfabetizado científicamente para analizar, discutir y educar en relación a temáticas sociocientíficas, como los tipos de vacunas covid-19, enfrentándote, a su vez, a las diferentes opiniones que suelen surgir, ya sea con base científica o de forma coloquial, y fake news.

Para ejemplificar, te presentamos algunas opiniones que han surgido en torno a las vacunas contra el Covid-19.

Fuente: Ritchie et al. (2021, 14 de septiembre). Coronavirus Pandemic (COVID-19). Our World In Data. https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?country=OWID_WRL

INTERPRETACIÓN

A partir de las preguntas propuestas en este ítem, se espera que los estudiantes logren interpretar, es decir, que logren expresar su visión personal acerca de lo que entienden de los enunciados y preguntas propuestas.

- 1) A continuación lee atentamente las opiniones, en relación a las vacunas contra el Covid-19, recopiladas de distintas redes sociales. Luego selecciona según si te encuentras De acuerdo, Parcialmente de acuerdo, Parcialmente en desacuerdo o En desacuerdo con cada una de ellas.

Opinión 1: “Tiene ARNm cambia el ADN, no sé para qué van a hacer eso, o sea cambiar el ADN, yo no me vacuno”. - Tik tok

- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- En desacuerdo

Opinión 2: “Sabemos que las vacunas no son completamente efectivas pero su administración permitirá aumentar la cantidad de anticuerpos y, por lo tanto, mejorará nuestra calidad de inmunidad”. – Facebook

- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- En desacuerdo

Opinión 3: “Si alguien analiza las vacunas, no tienen el suficiente estudio como para decir si son seguras, son provisionales y claro, a largo plazo pueden generar problemas”. - Tik tok

- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- En desacuerdo

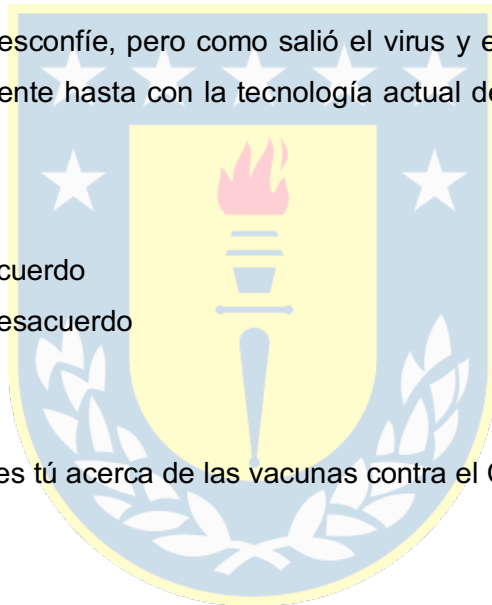
Opinión 4: “Creer que los asintomáticos contagian es como creer que el gobierno nos cuida. Manipulan la información, ¿cómo no te das cuenta?”- Facebook

- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- En desacuerdo

Opinión 5: “No es que desconfíe, pero como salió el virus y en menos de 1 año ya hay vacuna, cuando normalmente hasta con la tecnología actual demoraría años, da para no vacunarse” - Tik Tok

- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Parcialmente en desacuerdo
- En desacuerdo

2) ¿Qué postura tienes tú acerca de las vacunas contra el COVID-19?



ANÁLISIS

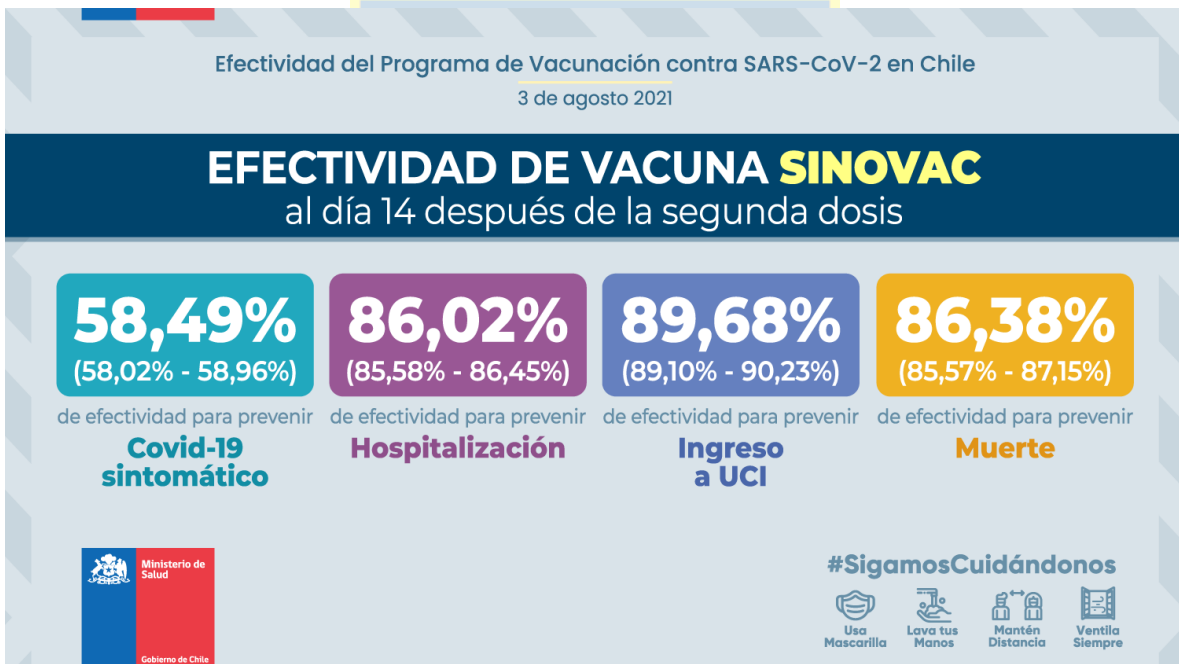
En este apartado se espera que los estudiantes desarrollen o demuestren su habilidad de análisis. Aquello implica que sean capaces de detectar las ideas y sus relaciones existentes entre ellas (Velásquez, Remolina y Calle, 2013).

A continuación, lea atentamente cada uno de los enunciados y responda las preguntas expuestas en ellos.

- 1) Las vacunas con ARN mensajero pueden ser algo desconocido para la población. Su formulación y aplicación se había reducido a experimentos de laboratorio, sin

aprobarse su uso en humanos (Torres, 2020). Sin embargo, actualmente se puede ver que vacunas como Moderna y Pfizer se basan en este tipo de tecnología, demostrando, a partir de diversos ensayos clínicos, su gran eficacia. Por ello, quienes trabajan con ellas ahora lo hacen con esperanzas renovadas, considerando incluso su uso en otras patologías (Martín, 2021). ¿Qué opinión tiene en relación a las vacunas con mecanismo de ARN mensajero? Comente críticamente

- 2) Observa las siguientes imágenes generadas a partir del porcentaje de efectividad de las vacunas contra el Covid-19 aplicadas en Chile, luego responde las preguntas.



Efectividad del Programa de Vacunación contra SARS-CoV-2 en Chile
3 de agosto 2021

EFFECTIVIDAD DE VACUNA **PFIZER-BIONTECH** al día 14 después de la segunda dosis

87,69%
(87,25% - 88,12%)

de efectividad para prevenir
**Covid-19
sintomático**

97,15%
(96,63% - 97,58%)

de efectividad para prevenir
Hospitalización

98,29%
(97,64% - 98,76%)

de efectividad para prevenir
**Ingreso
a UCI**

100%

de efectividad para prevenir
Muerte



#SigamosCuidándonos



Efectividad del Programa de Vacunación contra SARS-CoV-2 en Chile
3 de agosto 2021

EFFECTIVIDAD DE VACUNA **ASTRAZENECA** al día 14 después de la segunda dosis

68,68%
(39,79% - 83,71%)

de efectividad para prevenir
**Covid-19
sintomático**

100%

de efectividad para prevenir
Hospitalización

100%

de efectividad para prevenir
**Ingreso
a UCI**

100%

de efectividad para prevenir
Muerte



#SigamosCuidándonos



- a) En caso de que pudieras elegir una vacuna ¿Qué criterios considerarías para realizar tu elección?
- Porcentaje de efectividad para prevenir el covid-19 sintomático
 - Porcentaje de efectividad para prevenir hospitalización
 - Porcentaje de efectividad para prevenir el ingreso a UCI
 - Porcentaje de efectividad para prevenir la muerte
 - Efectos secundarios

- Tasa de uso a nivel mundial
- Otra... (espacio para escribir otro criterio)

EVALUACIÓN

Se espera que los estudiantes desarrollen o demuestren la habilidad de evaluación, la cual consiste en valorar la credibilidad de lo establecido y de los argumentos utilizados en los diferentes enunciados (Facione, 1990; citado por Núñez et al., 2017).

A fines del mes de mayo del año 2021 se comenzó a inocular a la población de hombres mayores de 18 años con la vacuna AstraZeneca, sin embargo, esto duró menos tiempo del esperado. Los medios de comunicación del país, tras la información entregada por el Ministerio, expusieron, alrededor del 7 de junio de este mismo año, que se cancelaba la aplicación de la vacuna AstraZeneca tras un análisis de causalidad realizado por el Equipo de Farmacovigilancia del ISP, relacionado a un cuadro de trombosis y trombocitopenia en un hombre de 31 años tras inocularse con tal vacuna.

- 1) ¿Es suficiente el argumento utilizado por el Ministerio de Salud para suspender la administración de la vacuna AstraZeneca en personas menores de 45 años?
Justifica

Minsal suspende aplicación de vacuna AstraZeneca en menores de 45 años: ISP entregará resolución oficial mañana

El ministro de Salud, Enrique Paris, sostuvo que están a la espera del resultado de la investigación sobre un posible caso adverso reportado en un paciente de 31 años.

03 de Junio de 2021 | 10:29 | Aton/ Editado por Daniela Toro, Emol.



- 2) «El 63% de los hospitalizados en Unidades de Cuidados Intensivos no se ha vacunado contra el COVID-19, eso tiene que corregirse», indicó el ministro de Salud, Enrique Paris, durante el balance de la pandemia de COVID-19 en el país, quién agregó que «si nos ponemos más finos, el 86% de los hospitalizados en UCI

no ha completado su esquema de vacunación, esto debe hacernos reflexionar de que los no vacunados tienen mucho más riesgo de enfermar». Si bien esto fue descrito el 31 de mayo del 2021, se sigue manteniendo la “potencialidad” de las vacunas, puesto que, el día 12 de junio del mismo año, el subsecretario Dougnac informó que “por cada 100 mil personas no vacunadas de entre 41 a 50 años, 14 caen a una cama UCI. Mientras que solo 1 de cada 100 mil en los vacunados”.

A partir de lo anterior, ¿es válido señalar la disminución de ocupación de camas UCI y muertes por covid-19 debido al proceso de vacunación, como un argumento que permita demostrar la importancia de vacunarse? Argumenta.

INFERENCIA

Se espera que los estudiantes desarrollen una respuesta a partir de la obtención de un conocimiento que no se encuentra explicitado en el texto (Silva, 2008).

Chile ha comenzado este miércoles con la tercera dosis contra la covid-19, en un plan de refuerzo enfocado en una primera etapa en los cerca de dos millones de mayores de 55 años vacunados dos veces con la china Coronavac. Lo hace a seis meses de haber iniciado el proceso de vacunación masiva contra la covid-19 en febrero pasado y cuando un 82,44% de la población objetivo ha completado su esquema de vacunación, en buena medida con la fórmula del laboratorio Sinovac. El Gobierno chileno tomó la decisión luego de que se detectó que esta vacuna sigue demostrando importantes signos de efectividad en los casos de hospitalización, ingreso a UCI y muerte, pero disminuyó de un 67% a un 58,49% su eficacia para prevenir la enfermedad sintomática, según un estudio difundido la semana pasada por el Ministerio de Salud, que incluyó a millones de personas.

Fuente: Montes, R. (2021, agosto 11). Chile, el primer país de Sudamérica en aplicar una tercera dosis de la vacuna contra la covid-19. El País.

- 1) ¿Es relevante el porcentaje de disminución de la eficacia de la vacuna Coronavac para tomar la decisión de aplicar una dosis de refuerzo? Justifica.
- 2) La tercera dosis de refuerzo, como se indica en el texto, está siendo aplicada por decisión del Ministerio de Salud. Esta decisión va en contra de lo indicado por la

OMS, quienes aseguran que no son necesarias tales dosis, sugiriendo que deberían priorizar el término del proceso de vacunación en personas de riesgo en todo el mundo. Por lo tanto, ¿considera que esta tercera dosis, pese a lo dictado por la OMS, es la mejor solución para mejorar la prevención de la enfermedad sintomática? ¿Por qué?

EXPLICACIÓN

Se busca que los estudiantes desarrollen su habilidad de explicación mediante preguntas que permitan generar un razonamiento propio mediante la reflexión, argumentación y justificación (Carrasco, 2018).

A partir de la constante desinformación en redes sociales y noticieros, se creó una página web llamada “latamchequea”, con el propósito de verificar la veracidad del contenido que se ha publicado, en distintos medios de comunicación, relacionado al Covid-19 y las vacunas.

- 1) Bajo la perspectiva de un docente de Ciencias, ¿qué estrategia didáctica utilizarías para combatir la desinformación que hay en torno a las vacunas contra el Covid-19?

Anexo 4. Cuestionario inicial

A continuación, se realizarán algunas preguntas iniciales en relación a las Controversias Sociocientíficas (CSC). Marca la(s) alternativa(s) que consideres correcta (s) según corresponda. En el caso de preguntas de desarrollo, contesta en forma clara, con tus propias palabras, lo solicitado.

- 1) ¿Conoces, has leído o has escuchado acerca de las "controversias sociocientíficas" (CSC)?
 - a. Sí
 - b. No

- 2) ¿Qué entiendes por "controversias sociocientíficas"?

- 3) ¿Qué fuente de información crees que te ha permitido tener cercanía con una o más controversias sociocientíficas? (Por ejemplo: Formación inicial docente, colegas, artículos u otros)

- 4) ¿Has aplicado las controversias sociocientíficas en tu práctica pedagógica?
 - a. Sí
 - b. No
 - c. No sé

- 5) ¿Qué competencias científicas podrían desarrollarse a través del uso de las controversias sociocientíficas?

- 6) ¿Consideras que trabajar con las controversias sociocientíficas contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico? Justifique


- 7) A continuación se expone una controversia sociocientífica recurrente en la sociedad, en torno a los alimentos transgénicos. A partir de ello ¿considerarías abordar, en el aula, la controversia sociocientífica señalada, para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes? ¿Por qué?

Los alimentos transgénicos: ¿solución o problema?

José Antonio Valtueña

Información del artículo

Texto completo

 Descargar PDF

 Estadísticas



 TEXTO COMPLETO

Hace unos meses, las autoridades de Zambia, uno de los países más pobres de África, donde la hambruna amenaza a unos 3 millones de personas, rechazaron la entrega gratuita de 15.000 toneladas de maíz estadounidense alegando que era un producto genéticamente modificado. Esta decisión resulta todavía más sorprendente si se tiene en cuenta que la población estadounidense consume ese maíz sin la menor aprehensión aparente. El presidente de Zambia, Levy Mwanawasa, llegó a afirmar que «el maíz de diseño era un veneno».

Ese suceso es la clara demostración de la confusión reinante en lo que respecta a la inocuidad de los alimentos genéticamente modificados o transgénicos.

Fuente: Valtueña, J. (2003). Los alimentos transgénicos: ¿solución o problema? *Elsevier*, 22(4), 78-82. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-alimentos-transgenicos-solucion-o-13046052>

- 8) ¿Aplicarías las CSC, como una herramienta didáctica, en el ejercicio de tu profesión docente? Justifica
- 9) Si tuvieras la oportunidad de implementar las controversias sociocientíficas en el aula, ¿qué temática abordarías?

Anexo 5. Cuestionario final

Para finalizar tu participación en la investigación realizada por las alumnas seminaristas, te invitamos a responder las siguientes preguntas de forma clara, aplicando todo lo aprendido a lo largo del taller.


- 1) ¿Conoces, has leído o has escuchado acerca de las "controversias sociocientíficas" (CSC) antes de esta intervención?
 - a) Sí
 - b) No
- 2) ¿Qué entiendes por "controversias sociocientíficas"?
- 3) ¿Qué fuente de información crees que te ha permitido tener cercanía con una o más controversias sociocientíficas, antes de la intervención realizada? (Por ejemplo: Formación inicial docente, artículos, noticias u otros)
- 4) Luego de la intervención realizada, ¿crees que has aplicado las controversias sociocientíficas en tu práctica pedagógica?
 - a) Sí
 - b) No
 - c) No sé
- 5) ¿Qué competencias científicas podrían desarrollarse a través del uso de las controversias sociocientíficas en la enseñanza de la ciencia?
- 6) ¿Consideras que trabajar con las controversias sociocientíficas contribuye al desarrollo del pensamiento crítico? Justifique
- 7) Luego de realizado el taller de CSC, y considerando la controversia sociocientífica expuesta en el cuestionario inicial, responda la siguiente pregunta: ¿Considerarías abordar, en el aula, la controversia sociocientífica señalada, para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes? ¿Por qué?

Los alimentos transgénicos: ¿solución o problema?

José Antonio Valtueña

Información del artículo

Texto completo

 Descargar PDF

 Estadísticas



 TEXTO COMPLETO

Hace unos meses, las autoridades de Zambia, uno de los países más pobres de África, donde la hambruna amenaza a unos 3 millones de personas, rechazaron la entrega gratuita de 15.000 toneladas de maíz estadounidense alegando que era un producto genéticamente modificado. Esta decisión resulta todavía más sorprendente si se tiene en cuenta que la población estadounidense consume ese maíz sin la menor aprehensión aparente. El presidente de Zambia, Levy Mwanawasa, llegó a afirmar que «el maíz de diseño era un veneno».

Ese suceso es la clara demostración de la confusión reinante en lo que respecta a la inocuidad de los alimentos genéticamente modificados o transgénicos.

Fuente: Valtueña, J. (2003). Los alimentos transgénicos: ¿solución o problema? *Elsevier*, 22(4), 78-82. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-alimentos-transgenicos-solucion-o-13046052>

- 8) ¿Aplicarías las CSC, como una herramienta didáctica, en el ejercicio de tu profesión docente? Justifica
- 9) Si tuvieras la oportunidad de implementar las CSC en el aula, ¿qué temática abordarías?
- 10) ¿Consideras que se debería profundizar en las controversias sociocientíficas, como una herramienta didáctica, durante la formación inicial docente?

Anexo 6. Síntesis de respuestas a preguntas abiertas del cuestionario inicial y cuestionario final

1. ¿Qué entiendes por “controversias sociocientíficas”?

Respuestas C. Inicial	Respuestas C. Final
<p><i>“Distintos tipos de opiniones frente a un tema científico”</i></p> <p><i>“Debates que realizan respecto a un tema científico”</i></p> <p><i>“[...] temas que tienen que ver con la ciencia que afectan a la sociedad y que son conflictivos”</i></p> <p><i>“[...] conceptos que pueden generar conflictos entre la forma en que se definen por los científicos y como son entendidos por la población general u otros sectores”</i></p> <p><i>“Es la relación entre el conocimiento científico y su relación con la sociedad y la cultura de modo que genere interés a través de la investigación”</i></p> <p><i>“Alguna problemática o situación que involucra a las personas y la ciencia”</i></p> <p><i>“Creo que son problemáticas que involucran o enfrentan la sociedad con la ciencia”</i></p> <p><i>“[...] varias ideas diferentes sobre habilidades de comunicación en las ciencias”</i></p> <p><i>“Algunas ideas o posturas que generan conflicto entre las sociedades científicas”</i></p> <p><i>“[...] es un tema que genera dos posturas totalmente contrarias con respecto al tema en boga”</i></p> <p><i>“[...] tiene relación con una diferencia o desacuerdo en una interpretación de investigación o bien una teoría científica”</i></p>	<p><i>“Son perspectivas u opiniones que la sociedad producto de su forma de adquirir información, relacionado con las ciencias”</i></p> <p><i>“Es un proceso en el cual se discute socialmente respecto a una temática presente en nuestras vidas cotidianas, con respaldos teóricos. Va más allá de un debate”</i></p> <p><i>“Aquellas temáticas que pueden tener distintas opiniones o puntos de vista”</i></p> <p><i>“Son dilemas sociales que se encuentran relacionados con las ciencias”</i></p> <p><i>“Una temática científica que es relevante en la sociedad y posee distintos puntos de vista entre la población y la comunidad científica”</i></p> <p><i>“Es cuando [...] a partir de un tema científico se genera un desacuerdo o diferencia de opinión en la sociedad.”</i></p> <p><i>“Una problemática científica que compete a la sociedad generando diversas opiniones”</i></p> <p><i>“[...] una idea que puede tener diversos puntos de vista por lo que se transforma en una discusión en donde interviene varios actores”</i></p> <p><i>“Conjeturas de carácter científico que generan una disrupción entre las personas, ya que pueden ser creadas por algunos y por otros no”</i></p> <p><i>“Es un tema que existe cierto debate, teniendo una temática de interés social con un fin científico”</i></p> <p><i>“[...] son opiniones diferentes sobre un asunto científico provocando discrepancia entre autores o bien en la comunidad”</i></p>

2. ¿Qué fuente de información crees que te ha permitido tener cercanía con una o más controversias sociocientíficas? (Por ejemplo: Formación inicial docente, colegas, artículos u otros)

Respuestas C. Inicial	Respuestas C. Final
<p><i>“Artículos de internet”</i></p> <p><i>“Formación inicial docente”</i></p> <p><i>“De momento no he visto nada relacionado a las controversias dentro de mi formación inicial docente [...]”</i></p> <p><i>“Sin conocer el término, creo que docentes, artículos, revistas, investigaciones”</i></p> <p><i>“Artículos”</i></p>	<p><i>“[...] noticias por redes sociales”</i></p> <p><i>“Formación inicial docente”</i></p> <p><i>“Noticias”</i></p> <p><i>“noticias, artículos”</i></p> <p><i>“Redes sociales”</i></p> <p><i>“Lecturas, noticias, redes sociales”</i></p> <p><i>“Artículos noticias formación inicial”</i></p> <p><i>“Práctica avanzada”</i></p> <p><i>“La formación inicial docente [...] alguna noticia o red social”</i></p> <p><i>“FID”</i></p> <p><i>“No señala fuentes”</i></p>

3. ¿Qué competencias científicas podrían desarrollarse a través del uso de las controversias sociocientíficas?

Respuestas C. Inicial	Respuestas C. Final
<p><i>“Habilidades del pensamiento crítico y científico”</i></p> <p><i>“Conocimientos, habilidades e incluso actitudes”</i></p> <p><i>“Pensamiento crítico, análisis”</i></p> <p><i>“Todas, pero en especial los conocimientos y aptitudes”</i></p> <p><i>“Trabajo en equipo, indagar, comunicar”</i></p> <p><i>“No lo sé”</i></p> <p><i>“Pensamiento crítico, experimentación”</i></p> <p><i>“Alfabetización científica”</i></p> <p><i>“Alfabetización científica y el desarrollo de habilidades”</i></p> <p><i>“Pensamiento crítico, capacidad de argumentar con bases teóricas, etc.”</i></p> <p><i>“Análisis de datos, comprensión de textos científicos, formulación de hipótesis”</i></p>	<p><i>“El pensamiento crítico”</i></p> <p><i>“[...] ámbito conceptual, procedimental y actitudinal”</i></p> <p><i>“El pensamiento crítico, la capacidad de síntesis y comprensión de ciertas temáticas”</i></p> <p><i>“el pensamiento crítico, la capacidad de análisis y argumentación”</i></p> <p><i>“[...] alfabetización científica y el pensamiento crítico [...] para lo cual se requiere un nivel de desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes”</i></p> <p><i>“Razonamiento, pensamiento crítico, habilidades de comunicación”</i></p> <p><i>“Pensamiento crítico, aplicación del método científico en la resolución de problemas cotidianos”</i></p> <p><i>“[...] pensamiento crítico”</i></p> <p><i>“Principalmente el pensamiento crítico”</i></p> <p><i>“Pensamiento Crítico, capacidad de análisis, capacidad de argumentación”</i></p> <p><i>“Interpretación de datos, análisis, formulación de hipótesis, habilidad de investigar, entre otros”</i></p>

4. ¿Consideras que trabajar con las controversias sociocientíficas contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico? Justifique

Respuestas C. Inicial	Respuestas C. Final
<p><i>“Sí, puesto que para dar opiniones frente a un tema es necesario se identifiquen y analicen las propuestas que tenemos que aportar”</i></p> <p><i>“Sí, porque permite reflexionar respecto a una temática. Ir a los conocimientos previos, aplicarlos y entregar una opinión”</i></p> <p><i>“Sí, pues al momento de realizar una investigación el tener una visión crítica permitirá que tomen decisiones para el desarrollo de esta”</i></p> <p><i>“Sí, ya que se le presenta el estudiante un conflicto, en el que para poder tomar una postura o formarse una opinión al respecto deberá llevar a cabo distintos procesos mentales”</i></p> <p><i>“Sí, ya que permiten conocer distintos puntos de vista sobre un tema en cuestión y adquirir una postura u opinión informada”</i></p> <p><i>“No manejo el concepto pero creo que sí podría favorecer el pensamiento crítico porque supongo da espacio para discutir o debatir algún tema”</i></p> <p><i>“Yo creo que sí, que en cierto modo para trabajar con controversias se obliga de algún modo a desarrollar pensamiento crítico para poder crear y defender una postura propia con fundamentos e información”</i></p> <p><i>“Sí contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico ya que al existir más de una idea o pensamiento sobre un mismo tema, se puede expandir el pensamiento y configurar ideas nuevas”</i></p> <p><i>“Sí, porque nos permite tener un mejor análisis de las situaciones conflictivas como docentes”</i></p> <p><i>“Sí, ya que el alumno analiza y piensa críticamente su postura con respecto al tema en cuestión”</i></p> <p><i>“Sí, ya que puede permitir la reflexión sobre temas científicos, de esta manera permitiría el análisis de datos y validar información”</i></p>	<p><i>“Sí, ya que aplicarlo en estrategias de enseñanza potencia el desarrollo de competencias en los estudiantes”</i></p> <p><i>“Sí, estoy muy de acuerdo pues si desarrolla las competencias científicas potencia habilidades de orden superior como el reflexionar en base a fundamentos teóricos”</i></p> <p><i>“Sí, 100% considero que van de la mano ya que a través de las controversias podemos conocer distintas posturas, con lo que podremos analizar y evaluar las temáticas que se están presentando”</i></p> <p><i>“si, ya que le permite a los estudiantes analizar un tema de interés sociocientífico y con la información que pueda conseguir generar su propia postura respecto al tema en cuestión”</i></p> <p><i>“Sí, ya que conocer diversos puntos de vista y ver qué tan fundamentados, además de asociarlo a hechos y conocimientos científicos va a permitir generar en una opinión respaldada por evidencias”</i></p> <p><i>“Sí, porque se da la instancia para que el estudiante pueda expresar su opinión personal luego de analizar las situaciones o temas científicos que se van planteando”</i></p> <p><i>“Sí ya que es necesario investigar y tomar una postura frente a cualquier controversia que presentemos o que se nos presente”</i></p> <p><i>“Contribuye totalmente al pensamiento crítico al ver distintos puntos de vistas que pueden tener los demás actores”</i></p> <p><i>“Sí, porque nos permite discriminar entre lo real y lo que no lo es, así como filtrar la información”</i></p> <p><i>“Sí, ya que el alumno al plasmar su opinión con respecto al tema en controversia debe tener un pensamiento propio, fundamentado y que sea capaz de persuadir y convencer a los demás”</i></p> <p><i>“Sí, pues como señalaron puede ser útil para desarrollar competencias científicas y otras habilidades tal como diferenciar entre fuentes confiables de información.”</i></p>

	<i>Esto de algún modo permitirá a contribuir el pensamiento crítico, ya que con esta metodología los estudiantes deben tomar decisiones y argumentar”</i>
--	---

5. [...] se expone una controversia sociocientífica [...]. A partir de ello, ¿considerarías abordar, en el aula, la controversia sociocientífica señalada, para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes? ¿Por qué?

Respuestas C. Inicial	Respuestas C. Final
<p><i>“Sí, puesto que es importante que los estudiantes tengan la capacidad de abordar y conocer ciertas temáticas desde un punto de vista científico”</i></p> <p><i>“Si lo haría pues, es una temática real, que puede ser debatida de forma grupal y en aquel proceso poner en práctica los conocimientos, habilidades y generando actitudes”</i></p> <p><i>“Sí, pues permite que cada estudiante pueda entregar su visión, en este caso sobre alimnetos tranogenicos y asi al compartirlas se puede llegar a una a un acuerdo en conjunto”</i></p> <p><i>“Si, ya que nos permite comprender la importancia de la formación en ciencias en la población para no malinterpretar que todo lo manipulado en laboratorios es malo ni que todo lo natural es bueno. También nos permite reflexionar sobre una posible correlación entre el nivel de desarrollo de un país y la formación/conocimientos en ciencias”</i></p> <p><i>“Sí, porque estas situaciones dan la oportunidad de participar y dar opiniones personales”</i></p> <p><i>“Si la incluiría ademas de ser un tema en el que pueden contextualizar fácilmente, es ideal para que los estudiantes razonen y defiendan críticamente la postura que tomen”</i></p> <p><i>“Considero que es una buena forma de abordar una controversia socio científica en el aula, donde los estudiantes tendrán todos formas diferentes de pensar respecto al tema”</i></p> <p><i>“Si, porque les permite a los alumnos</i></p>	<p><i>“Sí, la aplicaría para generar un debate entre los alumnos donde puedan exponer sus puntos de vista”</i></p> <p><i>“Sí la abordaría, incluso podría ser en unidad de manipulación genética para rescatar lo que se está a favor o bien en contra y reflexionar”</i></p> <p><i>“Si ya que es un tema de alta importancia y es bueno que sepamos lo que piensan los estudiantes frente a ello, ya que así podemos potenciar su pensamiento crítico”</i></p> <p><i>“Si, ya que a través de un problema que de cierta manera se encuentra relacionado con ellos y que les afecta, estaría llamando su atención y fomentando que reflexionen en relación con ello y que generen sus propias conclusiones a través de ello, así estarían aplicando lo que es el pensamiento critico sin saber que lo están haciendo”</i></p> <p><i>“Sí, ya que es pertinente a la Unidad de manipulación genética en 2° medio. Permitiría que los estudiantes reflexionasen en si sobre todo lo que es transgénico en verdad significa un peligro para la salud de las personas. También les ayudaría en formar una postura crítica frente a debates o conversaciones entorno a lo que se considera alimentos saludables hoy en día”</i></p> <p><i>“Sí, porque estimula el trabajo de análisis, implica desarrollar habilidades de razonamiento y síntesis”</i></p> <p><i>“Sigo considerando que si ya que se les da el espacio a los estudiantes para que</i></p>

<p>desarrollar competencias del área científica, un análisis crítico de las situaciones y les permitirá saber optar por lo que crean correcto”</p> <p>“Si, porque el tema es socialmente conocido y podría generar una buena discusión, con diferentes posturas y argumentos”</p> <p>“Si, ya que permitiría que los estudiantes se informen sobre los alimentos transgénicos y podrían analizar en que consiste, aclarando conceptos erróneos”</p>	<p>debatan investiguen y defiendan sus posiciones en base a información real”</p> <p>“Considero correcto abordar el uso de CSC en el aula con un tema así, lo cual generará consciencia en los estudiantes y de que se alimentan y nutren su cuerpo, de esta forma los estudiantes tendrán una postura diferente al igual que todos sus pares, lo que provocará que se forme una discusión abierta donde todos puedan expresar sus pensamientos y ver distintos puntos de vista lo que hará ir configurando la información”</p> <p>“Si lo utilizaría, porque le permitira desarrollar sus habilidades y ser criticos”</p> <p>“Si, ya que es de interés social”</p> <p>“Si la utilizaría, ya que los estudiantes tendrían que investigar sobre los alimentos transgénicos, y desde ahí ya se les podría preguntar con argumentos que es lo que opinan”</p>
--	---

6. ¿Aplicarías las CSC, como una herramienta didáctica, en el ejercicio de tu profesión docente? Justifica

Respuestas C. Inicial	Respuestas C. Final
<p>“Sí, ya que permite desarrollar distintas competencias”</p> <p>“Sí, pues si se utiliza de la forma correcta puede fomentar el desarrollo de las competencias científicas y, el pensamiento crítico”</p> <p>“Sí la aplicaría, por que permite que los alumnos analicen y lleguen a una conclusión propia de esta noticia, que podrían llegar a debatir dentro del curso”</p> <p>“si, ya que permite el desarrollo de habilidades del pensamiento en los estudiantes como el pensamiento critico”</p> <p>“Sí, para recalcar la importancia de ciertos contenidos y para que los estudiantes comprendan como lo visto en clase se relaciona con cosas de su día a día.”</p> <p>“Sí ya que quizá no es un tema muy conocido y sería una estrategia novedosa”</p> <p>“Si, son una buena herramienta para el acercamiento de los estudiantes hacia las</p>	<p>“Sí, pues como mencionaba antes esto permite el desarrollo de habilidades, en este caso científicas donde los alumnos a través de la investigación lleguen a una respuesta en base a su opinión”</p> <p>“Sí, como lo mencioné en las preguntas anteriores desarrolla las competencias y el pensamiento crítico así que sin duda la utilizaría como herramienta didáctica sin olvidar mencionar que no es algo que me tomaría 2 o 3 clases así que es perfecto para generar las habilidades del siglo XXI sin que sea una clase expositiva”</p> <p>“Si, para trabajar en el desarrollo cognitivo de los estudiantes”</p> <p>“si, ya que son situaciones que permiten llegar a un nivel superior de aprendizaje, no solo aprender un concepto sino que entenderlo a tal nivel de que puedan aplicarlos para situaciones de la vida real y así se estaría logrando la alfabetización</p>

<p>ciencias y métodos científicos donde es fundamental que desarrollen pensamiento crítico además de ser ejercicios innovadores para salir de la rutina de las clases convencionales”</p> <p>“Sí aplicaría la controversia socio científica para poder realizar una discusión en el aula, donde se puedan exponer los diferentes pensamiento que puedan surgir”</p> <p>“Si, porque es una herramienta que les permitirá desarrollarse como personas alfabetizadas”</p> <p>“Si, al aplicar una CSC potenciaría las competencias que debe tener un alumno y se ejercitaría el pensamiento critico en ellos”</p> <p>“Si aplicaría las CSC como herramienta didáctica, ya que permite conocer tanto la temática como también da la instancia para desmentir ciertos mitos o aclarar conceptos erróneo, pero debo infórmame mas sobre esto“</p>	<p>científica”</p> <p>“Sí, ya que parece una actividad propicia para rescatar los conocimientos previos del estudiantes a la hora de desarrollar una Unidad temática. También podría usarle en el cierre de la Unidad para afianzar los aprendizajes”</p> <p>“Sí porque no es un tema muy conocido, o quizá sí pero uno no sabe conscientemente que se está aplicando. Me parece que sería una estrategia novedosa e interesante para los estudiantes”</p> <p>“Si lo aplicaría, quizás no todas las clases pero si en algún tema que cause interés o diversidad de opiniones en los estudiantes, que puedan cuestionar sus conocimientos, avanzar, cambiar de opinión o defender sus pensamientos con bases comprobadas”</p> <p>“Si lo aplicaría para fomentar las habilidades científicas en mis estudiantes”</p> <p>“Si, porque son útiles para generar habilidades del pensamiento crítico en los estudiantes y alfabetizarlos científicamente”</p> <p>“Si, ya que potencia bastante las habilidades del pensamiento científico, lo que hoy busca el currículum nacional”</p> <p>“Si, porque podría propiciar al desarrollo de habilidades científicas y al pensamiento crítico”</p>
--	---

7. Si tuvieras la oportunidad de implementar las controversias sociocientíficas en el aula, ¿qué temática abordarías?

Respuestas C. Inicial	Respuestas C. Final
<p>“[...] sobre las bacterias pues, se suele creer de que todas son dañinas e incluso no se está consciente de las microbiotas presentes en el cuerpo humano”</p> <p>“Tematicas que esten en contingencia o sean del interés o de acuerdo al contexto de los estudiantes”</p> <p>“[...], el ejemplo de los alimentos transgénicos me pareció interesante”</p>	<p>“[...] la temática de las vacunas, ya que es algo que esta en contingencia”</p> <p>“[...] la que siempre genera errores conceptuales son aquellas relacionadas con la biología molecular [...]”</p> <p>“El impacto de la tecnología”</p> <p>“[...] cambio climático, la manipulación genética, los métodos anticonceptivos, etc.”</p>

<p><i>“Uso de la genética para diagnóstico de enfermedades en el embrión durante el embarazo y toma de decisiones en este proceso. Uso de vacunas y sus implicancias”</i></p> <p><i>“Evolución”</i></p> <p><i>“Por el contexto en el que estamos abordaría la temática de vacunas, ya que como hemos notado falta que la personas se informen y opinen de forma crítica y no solo crean lo primero que ven en redes sociales si no que si toman postura en contra o a favor sea con hechos reales investigados y comprobados incentivando además el respeto a la diversidad de opiniones”</i></p> <p><i>“Una temática que me gustaría implementar sería veganismo y el cambio climático”</i></p> <p><i>“No sé muy bien a que me enfocaría”</i></p> <p><i>“Un tema que sería de mi interés para abordar la CSC sería el uso de vacunas”</i></p> <p><i>“El tema de las vacunas, ya que ha sido bastante controversial en la actualidad”</i></p>	<p><i>“gatos y perros como peligros a la biodiversidad. Uso inapropiado de medicamentos. Tipos de dietas “milagrosas” y las múltiples ideas que existen sobre alimentación saludables”</i></p> <p><i>“Lo implementaría en la unidad relacionada a la sexualidad, ya que muchas veces la sociedad impone ciertas opiniones erróneas acerca de esto”</i></p> <p><i>“[...] vacunas ya que es un tema actual y además lleno de desinformación”</i></p> <p><i>“[...] como el sistema nervioso funciona bajo estrés”</i></p> <p><i>“Las vacunas, el vegetarianismo o veganismo, la moral y la influencia de la religión en la ciencia”</i></p> <p><i>“[...] uso de vacunas [...]”</i></p> <p><i>“El tema de las vacunas”</i></p>
---	--

8. ¿Consideras que se debería profundizar en las controversias sociocientíficas, como una herramienta didáctica, durante la formación inicial docente?

<p align="center">Respuestas cuestionario final</p>
<p><i>“Sí, considero que es una buena estrategia que fomenta el enfoque constructivista al considerar las opiniones de los alumnos respecto a diferentes temáticas”</i></p> <p><i>“Sí”</i></p> <p><i>“Si, es importante que conozcamos desde antes el trabajo sobre controversias para poder trabajar desde este punto de vista”</i></p> <p><i>“Sí”</i></p> <p><i>“Sí, porque permite desarrollar las competencias y también está relacionado a las concepciones alternativas que puedan tener algunos estudiantes”</i></p> <p><i>“Sí”</i></p> <p><i>“Sí, seríamos docentes más dinámicos para la creación de clases y actividades”</i></p> <p><i>“Considero que es una buena herramienta para fomentar habilidades científicas en los estudiantes.”</i></p> <p><i>“Considero que si, porque para poder desarrollar en nuestros estudiantes este tipo de habilidades en necesarias tenerlas nosotros”</i></p> <p><i>“Si, ya que es bastante llamativa y da buenos resultados en los alumnos.”</i></p> <p><i>“Sí, ya que es una metodología bastante dinámica en la cual los estudiantes pueden participar activamente dentro de su aprendizaje. Lo cual debería profundizarse en la formación inicial docente”</i></p>

Anexo 7. Pautas de evaluación de los Ítems de Análisis parte II e Interpretación parte I

Pauta ítem Análisis parte II		
Nivel	Explicación	Puntos
Logrado	El sujeto es capaz de escoger más de 3 criterios	2
Medianamente logrado	El sujeto es capaz de escoger 2 a 3	1
No logrado	El sujeto solo escoge 1 o ningún criterio	0

Pauta ítem Interpretación parte I		
Nivel	Explicación	Puntos
Logrado	El sujeto está de acuerdo con una opinión que tiene respaldo científico o en desacuerdo con una FakeNew	2
Medianamente logrado	Sujeto está parcialmente de acuerdo o parcialmente en desacuerdo con una opinión con o sin respaldo científico	1
No logrado	El sujeto está de acuerdo con una FakeNew o en desacuerdo con una opinión con respaldo científico	0

Anexo 8. Temáticas y controversias que han repercutido entre enero 2020 a agosto 2021

Artículos científicos

Biotecnología e ingeniería genética	
Controversias Sociocientíficas	Fuentes
Riesgos en la manipulación genética	<ul style="list-style-type: none"> ● Petit, M., Solbes, J. y Torres, N. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. <i>Praxis & Saber</i>, 12(29), 1-22. https://bit.ly/3pQ6inV
Uso de alimentos transgénicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Colombo, P. y Marandino, M. (2020). Museus de ciências e controvérsias sociocientíficas: reflexões necessárias. <i>Journal of Science Communication</i>, 3(1), 1-17. https://bit.ly/3ykk4mG ● Krupczak, C., Lorenzetti, L. y Aparecida, J. (2020). Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. <i>#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia</i>, 9(1), 1-20. https://bit.ly/31UONup ● Medina, I. (2021). <i>Unidad Didáctica “Herencia Mendeliana” proceso de enseñanza-aprendizaje en educación secundaria</i> [Maestría, Universidad de Jaén]. Archivo digital. https://bit.ly/3oHQnbV ● Petit, M., Solbes, J. y Torres, N. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. <i>Praxis & Saber</i>, 12(29), 1-22. https://bit.ly/3pQ6inV

<p>Experimentación con animales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Krupczak, C., Lorenzetti, L. y Aparecida, J. (2020). Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, 9(1), 1-20. https://bit.ly/31UONup • Petit, M., Solbes, J. y Torres, N. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. Praxis & Saber, 12(29), 1-22. https://bit.ly/3pQ6inV
<p>Clonación de seres vivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Petit, M., Solbes, J. y Torres, N. (2021). El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. Praxis & Saber, 12(29), 1-22. https://bit.ly/3pQ6inV
<p>Uso de CRISPR-Cas9</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medina, I. (2021). Unidad Didáctica "Herencia Mendeliana" proceso de enseñanza aprendizaje en educación secundaria [Maestría, Universidad de Jaén]. Archivo digital. https://bit.ly/3oHQnbV
<p>Biotecnología en salud (enfermedades y otros)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anchondo, S. & Gallardo, C. (2021). The perfection of vulnerable lives. Genetic modification and disability. Revista Medicina y Ética, 32(2), 519-552. https://revistas.anahuac.mx/bioetica/article/view/668/640

<p>Vacunas COVID-19</p>	
<p>Controversias sociocientíficas</p>	<p>Fuentes</p>

<p>“Obligatoriedad” de las vacunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Biber, P., Peláez, C. y Occelli, M. (2019, del 27 al 29 de noviembre). Las vacunas, una controversia socio-científica para abordar la complejidad en la enseñanza de las ciencias naturales [conferencia]. <i>X Encuentro Interdisciplinario de Ciencias Sociales y Humanas. Las urgencias del presente: desafíos para las Ciencias Sociales y Humanas</i>, Córdoba, Argentina. https://bit.ly/3GyCV0a ● Couso, D., Jimenez, M., Refojo, C. y Sacristán, J. (2020) <i>Enseñando Ciencia con Ciencia</i>. Penguin Random House. https://bit.ly/3oGyqKO ● Uskola, A., Burgoa, B. y Maguregi, G. (2020). Integración del conocimiento científico y de la capacidad argumentativa en tomas de decisión sobre temas sociocientíficos. <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i>, 18(1), 1101. https://bit.ly/30fdscr
<p>Cuestionada efectividad de las vacunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Rodríguez, N., Puig, B., Cebrian, D. y Blanco, Ángel. (2021). La toma de decisiones responsables frente a la vacuna de la covid-19. conocimientos y posiciones de futuros docentes. <i>Revista Internacional de Pesquisa Em Didáctica Das Ciências E Matemática</i>, 2, 1-15. https://bit.ly/3pMm5E9
<p>Negacionismo, antivacunas y fake news</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Biber, P., Peláez, C. y Occelli, M. (2019, del 27 al 29 de noviembre). Las vacunas, una controversia socio-científica para abordar la complejidad en la enseñanza de las ciencias naturales [conferencia]. <i>X Encuentro Interdisciplinario de Ciencias Sociales y Humanas. Las urgencias del presente: desafíos para las Ciencias Sociales y Humanas</i>, Córdoba, Argentina. https://bit.ly/3GyCV0a ● Rodríguez, N., Puig, B., Cebrian, D. y Blanco, Ángel. (2021). La toma de decisiones responsables frente a la vacuna de

	<p>la covid-19. conocimientos y posiciones de futuros docentes. <i>Revista Internacional de Pesquisa Em Didática Das Ciências E Matemática</i>, 2, 1-15. https://bit.ly/3pMm5E9</p>
--	--

Cambio climático	
Controversias sociocientíficas	Fuentes
Nexo entre el cambio climático y la migración	<ul style="list-style-type: none"> García, L. (2020). <i>Los derechos humanos en el nexo migración y cambio climático. una revisión y propuesta de investigación</i> [Maestría, Migramed-GV]. Archivo digital. https://bit.ly/3dlUqOJ
Cambio climático y el incremento de enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> Sánchez, B., Villalva, S., Rodríguez, E., Anaya, A. y Contreras, E. (2020). Causas y consecuencias del cambio climático en la producción pecuaria y salud animal. Revisión. <i>Revista mexicana de ciencias pecuarias</i>, 11(2), 126-145. https://bit.ly/3lRpuQL

Tik Tok

Vacunas contra el COVID-19	
Controversias sociocientíficas	Fuentes
Aumento de contagios pese a las vacunas	<ul style="list-style-type: none"> • Mendoza, A. [dalton2122]. (11 de agosto de 2021). <i>Y como explicas que EE.UU. encabeza las muertes por covid si encabeza los países vacunados. A las pruebas me remito</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3EL99o9
Muertes/Ingreso a UCI por COVID-19 en aquellos que se vacunaron contra el virus	<ul style="list-style-type: none"> • lobo_graciany. (11 de agosto de 2021). <i>Pues en México se están muriendo vacunados y no vacunados, porque está pasando eso</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3EL99o9
Tiempo de elaboración y distribución de las vacunas	<ul style="list-style-type: none"> • cesar_agosto2. (11 de agosto de 2021). <i>Por tratarse de una vacuna que no tuvo el suficiente tiempo de estudio (...) no me la pongo</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3EL99o9 • naomihuil. (15 de agosto de 2021). <i>Investiga, toma más de 12 años ese tipo de vacuna, por lo prematura quizás tenga efectos adversos a largo plazo</i> [Respuesta a comentario de usuario athalialove35 en un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3ydbN3O
Obligatoriedad de las vacunas	<ul style="list-style-type: none"> • gadea_271. (18 de julio de 2021). <i>Quizás no te obliguen de forma directa, pero al prohibirte hacer cosas que quieres como viajar, entrar a lugares</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3pPAa3x

Efectos secundarios vacunas	<ul style="list-style-type: none"> • mr.sindiromero. (27 de julio de 2021). <i>Si y vas a flipar la mayoría de los chicos quedarán estériles no lo digo yo, los científicos alemanes</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3rVvv2J
-----------------------------	--

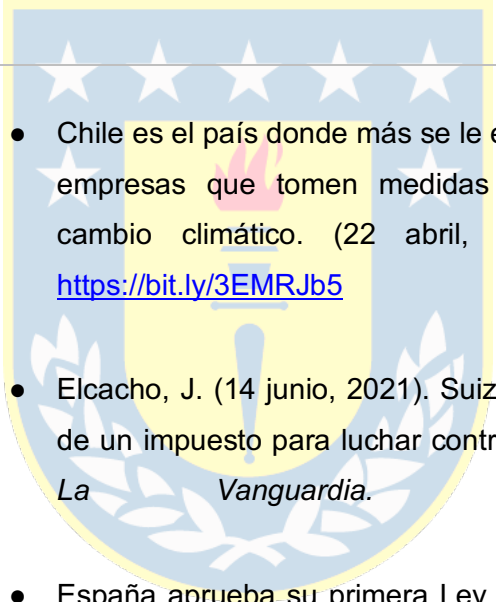
Cambio climático	
Controversias sociocientíficas	Fuentes
Papel del capitalismo (moda, Fast Fashion y grandes empresas) en el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • hell13_14._. (30 de julio de 2021). <i>DEJEN DE COMPRAR ROPA EN MARCAS COMO SHEIN EN GRANDES CANTIDADES, ESTÁN APOYANDO AL FAST FASHION</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/31Uc4ww • violettfbksla. (24 de julio de 2021). <i>Dejemos de echarle la culpa a los individuos, las empresas son las culpables del 90%</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3pJN17G
Falta de regulaciones/leyes ante el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • oscarperonowilde. (12 de agosto de 2021). <i>Lo peor de todo es que da igual cuánto reciclemos individualmente (...) e sin políticas para las empresas no hay cambio</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3pOy4Rv
Negacionismo/falta de importancia	<ul style="list-style-type: none"> • saradelfilago. (10 de agosto de 2021). <i>Un engaño de la elite antes se llamaba calentamiento global y como no les funcionó le cambiaron a cambio climático</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3GDKYJ7

<p>Consumo de carne/ganado y el cambio climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> • cool_oot. (29 de julio de 2021). <i>Dejen de apoyar a la industria cárnica, a la industria pesquera, a las industrias explotadoras de animales</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/31Uc4ww • Panizo, V. [valeriapanizodura]. (15 de agosto de 2021). <i>Todos deberíamos ser veganos y minimalistas</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3oMyiJT • soft.bunny1. (09 de agosto de 2021). <i>Por eso haganse vegetarianos y veganos, reciclen y consuman conscientemente</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3GDKN0p
--	--

<p>Biología e ingeniería genética</p>	
<p>Controversias sociocientíficas</p>	<p>Fuentes</p>
<p>Experimentación con animales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • asturiano___. (01 de julio de 2021). <i>Yo opino que sí se deben utilizar animales para la experimentación (...) es para la creación de medicamentos, vacunas</i> [Comentario de un video]. Tik Tok. https://bit.ly/3DM9g1N

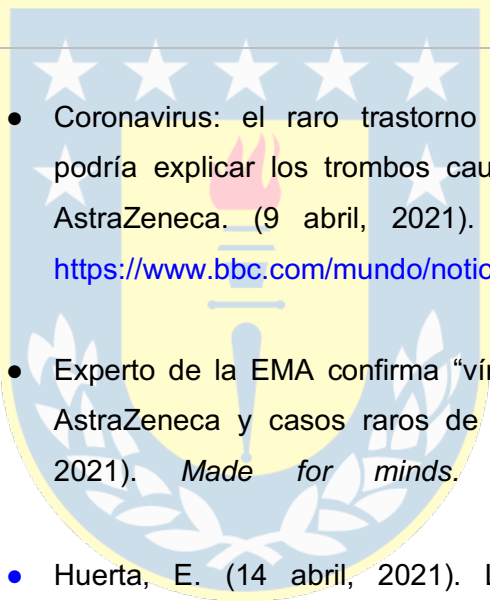
Sección Noticias de Google

Cambio climático	
Controversias asociadas	Fuentes
Papel del capitalismo (moda, Fast Fashion y grandes empresas) en el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Bisbe, C. (2021, agosto 11). La reflexión viral de una bióloga sobre el cambio climático: “La culpa no es tuya ni mía”. <i>La Vanguardia</i>. https://bit.ly/3Gvrsye • Cabrera, D. (2021, agosto 21). El Clima a La Moda: el Fast Fashion y los peligrosos efectos del cambio ambiental. <i>Caretas</i>. https://bit.ly/3EMPQev • Greta Thunberg, portada de la revista Vogue, culpa a la industria de la moda del cambio climático. (2021, agosto 9). <i>20Minutos</i>. https://bit.ly/3lYgUjj • Harrabin, R. (2021, abril 22). La “élite contaminante”: cómo los más ricos están en “el centro del problema del clima”. <i>BBC News</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-56734297 • Keane, P. (2020, septiembre 21). Cambio climático: cómo la industria del petróleo nos ha hecho dudas sobre el calentamiento global (con la misma estrategia de las tabacaleras). <i>BBC News</i>. https://bbc.in/33bXjFM • Las consecuencias del ‘fast fashion’ para el medio ambiente. (2020, febrero 2). <i>Inforetail</i>. https://bit.ly/3DHqg97 • López, P. (11 agosto, 2021). Cambio Climático: ¿La culpa es del dióxido de carbono o del capitalismo?

	<p>https://bit.ly/3pMzFaG</p>
<p>Cambio climático desencadenante de covid-19</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Castro, C. (2021, febrero 5). El cambio climático hizo proliferar los murciélagos en China, donde se originó la pandemia. <i>El independiente</i>. https://bit.ly/3dJD0le ● El cambio climático puede haber impulsado pandemias como la del COVID-19. (2021, febrero 8). <i>Climática</i>. https://bit.ly/3yhknyo
<p>Falta de leyes/regulaciones para combatir el cambio climático</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ● Chile es el país donde más se le exige al gobierno y las empresas que tomen medidas concretas contra el cambio climático. (22 abril, 2021). <i>La Tercera</i>. https://bit.ly/3EMRJb5 ● Elcacho, J. (14 junio, 2021). Suiza rechaza la creación de un impuesto para luchar contra el cambio climático. <i>La Vanguardia</i>. https://bit.ly/3DNAqp1 ● España aprueba su primera Ley de Cambio Climático. (2021, mayo 14). <i>SINC</i>. https://bit.ly/3yj82d3 ● Kaziliunas, A. (24 noviembre, 2020). ¿Volverá Estados Unidos a comprometerse contra e, cambio climático? <i>The Conversation</i>. https://bit.ly/3DNAjtB ● República de Chile, Senado. (2021). <i>Informe de Cambio Climático: Comisión de Medio Ambiente acuerda avanzar con normas claras</i>. https://bit.ly/3lVH6v3

	<ul style="list-style-type: none"> • Villacorta, A. (05 mayo, 2021). Francia: protestas exigen más compromisos al Gobierno contra el cambio climático. <i>France 24</i>. https://bit.ly/3rTX38Q • Villanueva, J. (2021, marzo 19). Los jóvenes activistas del clima piden a los gobiernos que dejen de hacer “promesas vacías”. <i>El País</i>. https://bit.ly/3EHT4zL
Negacionismo/Falta de importancia	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio climático y negacionismo como fronteras del futuro: los desmentidos de Filomena. (14 enero, 2021). <i>The Conversation</i>. https://bit.ly/3oHDFK9 • Un diputado de Vox: “Que se caliente un poquito el planeta evitará muertes por frío”. (08 de abril, 2021). <i>La Vanguardia</i>. https://bit.ly/3dIYD58
El consumo de carne/ganado influye en el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Pascual, J. (31 enero, 2021). El plan contra el cambio climático de Nueva Zelanda incluye un 15% menos de vacas. <i>Computer Hoy</i>. https://bit.ly/31GTqsh

Vacunas COVID-19	
Pase de movilidad y “discriminación” a antivacunas	<ul style="list-style-type: none"> • Bolsonaro pide al Ministerio de Salud un estudio para que la mascarilla no sea obligatoria para los vacunados. (11 junio, 2021). <i>La Tercera</i>. https://bit.ly/30nncSc

	<ul style="list-style-type: none"> • Louis, L. (02 agosto, 2021). COVID-19 en Francia: a los anti-vacunas se les complica la vida. <i>Made for minds</i>. https://bit.ly/3pMq5EE • Ministerio de Salud. (2021). <i>Gobierno explica alcance del Pase de Movilidad</i>. https://bit.ly/3DIZJbz • Ministro Paris defiende ante comisión de Salud de la Cámara de Diputados el pase de movilidad e insiste: “Esto no es un chipe libre”. (26 mayo, 2021). <i>El Mostrador</i>. https://bit.ly/33nF1BJ
<p>Suspensión de vacuna AstraZeneca</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Coronavirus: el raro trastorno de coagulación que podría explicar los trombos causados por la vacuna AstraZeneca. (9 abril, 2021). <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-56675393 • Experto de la EMA confirma “vínculo entre la vacuna AstraZeneca y casos raros de trombosis”. (06 abril, 2021). <i>Made for minds</i>. https://bit.ly/31OXkzd • Huerta, E. (14 abril, 2021). La relación entre la formación de coágulos y ciertas vacunas contra el covid-19. <i>CNN Español</i>. https://cnn.it/3DJ0iSJ • La segunda dosis de AstraZeneca no aumenta el riesgo de trombos raros. (28 julio, 2021). <i>Última Hora</i>. https://bit.ly/3GFbwtv • La vacuna de AstraZeneca tiene un 79% de efectividad y no presenta mayores riesgos de coágulos, según nuevos datos de Estados Unidos. (22 marzo, 2021).

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-56482867>

- Vacunas COVID-19: La OMS investiga informes de coágulos de sangre con AstraZeneca, y aprueba la de Johnson. (12 marzo, 2021). *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1489482>
- Presse, F. y Aguirre, F. (11 marzo, 2021). Países europeos suspenden por precaución la vacuna de AstraZeneca ante temores relacionados con la formación de coágulos sanguíneos. *La Tercera*. <https://bit.ly/3lXjbLI>
- Vacuna AstraZeneca: los países de la UE que la volverán a usar tras la confirmación de la agencia europea de que es “segura”. (19 marzo, 2021). *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56456723>
- Vacuna Covid-19: por qué las grandes potencias de Europa suspendieron el uso de AstraZeneca si la OMS dice que es segura. (16 marzo, 2021). *El Mostrador*. <https://bit.ly/3rS3v06>
- Varela, J. (11 marzo, 2021). Países de Europa suspenden vacuna COVID-19 de AstraZeneca por posibles trombos. *Yucatán a la Mano*. <https://bit.ly/31WfDC7>
- Veta, D. (03 junio, 2021). Ministerio de Salud suspende vacunación con AstraZeneca en menores de 45 años. *Biobío Chile*. <https://bit.ly/3dH0gjA>

<p>Dosis de refuerzo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Ministerio de Salud. (2021). <i>Presidente Piñera anuncia dosis de refuerzo contra COVID-19.</i> https://bit.ly/3IWSDz8 ● Sandoval, G. y Latorre, R. (9 julio, 2021). Salud respalda tercera dosis y resta definir fecha del refuerzo. <i>La Tercera.</i> https://bit.ly/3IWBOPi ● ONU. (2021). <i>La OMS pide una moratoria a la dosis de refuerzo de la vacuna COVID-19 al menos hasta fines de septiembre.</i> https://news.un.org/es/story/2021/08/1495132 ● EE.UU. aprobaría tercera dosis de vacunas COVID-19 para algunas personas. (12 agosto, 2021). <i>Voz de América.</i> https://bit.ly/3pLb5ag ● Vera, A. y Presse, F. (2 agosto, 2021). Alemania comenzará a aplicar dosis de refuerzo de la vacuna contra el Covid-19 a partir de septiembre. <i>La Tercera.</i> https://bit.ly/33nFWSH ● Agencia Reuters. (11 julio, 2021). Israel implementa tercera dosis de vacuna contra el Covid-19 para adultos en riesgo. <i>La Tercera.</i> https://bit.ly/3IECLpH ● Agencia France Presse. (28 julio, 2021). Uruguay aprueba tercera dosis de vacuna contra el Covid-19 a inmunodeprimidos. <i>La Tercera.</i> https://bit.ly/3yvMDOB ● Tercera dosis: Gobierno confirma compra de nuevas vacunas y busca dejar suministro asegurado hasta
--------------------------	---

	<p>2022. (25 junio, 2021). <i>El Mostrador</i>. https://bit.ly/3DOs546</p> <ul style="list-style-type: none"> • EFE. (18 agosto, 2021). OMS vuelve a rechazar tercera dosis de vacuna contra el Covid-19: “Los datos actuales no apuntan a que se necesite refuerzo”. <i>El Mostrador</i>. https://bit.ly/31Tiw6l
<p>Cuestionada efectividad de las vacunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Alguien vacunado puede contagiar a otros?, un experto responde esta y otras dudas sobre la vacuna del coronavirus. (16 diciembre, 2020). <i>Univisión</i>. https://bit.ly/3oJ9Ed4 • Gretler, C. y Cohen, M. (10 febrero, 2021). ¿La vacuna de AstraZeneca funciona contra mutaciones del Covid-19?: La OMS se refiere a la cuestionada efectividad de la inoculación. <i>La Tercera</i>. https://bit.ly/3ygSEOp • Vacuna COVID-19: ¿Por qué hay que seguir usando mascarilla después de recibirla? (12 febrero, 2021). <i>Noticias ONU</i>. https://news.un.org/es/story/2021/02/1488042 • Uchoa, P. (14 julio, 2021). Coronavirus: las dudas sobre la eficacia de las vacunas chinas (y cómo se explica el aumento de casos en países que las utilizan). <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-57835025 • Vizzotti: “No hay ninguna vacuna que elimine la circulación del virus”. (18 julio, 2021). <i>Ámbito</i>. https://bit.ly/3lJyWiW

<p>Tiempo de elaboración y distribución de las vacunas COVID-19</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Costa, C. y Tombesi, C. (11 diciembre, 2020). Covid-19: cuánto tiempo se demoró en encontrar la vacuna para algunas enfermedades (y por qué este coronavirus es un caso histórico). <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-55232518 • Gentil, A. (19 marzo, 2020). Coronavirus: ¿Es ético saltarse etapas en los tests de las vacunas? <i>Noticias</i>. https://bit.ly/3rS4PjA • Zúñiga, L. (26 mayo, 2021). La vacuna china y el chantaje político. <i>Diario Las Américas</i>. https://bit.ly/3lXkpGO
<p>Aumento de contagios pese a la vacuna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Coronavirus en Chile: cómo se explica que pese a la buena vacunación tenga la tasa de contagio más alta desde el peor momento de la pandemia. (11 marzo, 2021). <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-56261426 • Vacuna contra la covid-19: 5 razones por las que los contagios de coronavirus pueden seguir aumentando aunque se avance en la vacunación. (18 marzo, 2021). <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-56405803
<p>Distribución desigual de las vacunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • COVID-19: El problema no es la distribución deficiente, el problema es que no hay vacunas, enfatiza Tedros.

	<p>(25 junio, 2021). Noticias ONU. https://news.un.org/es/story/2021/06/1493752</p> <ul style="list-style-type: none"> • Directora de OPS llama a cerrar las brechas de acceso a vacunas COVID-19 ampliando su producción en América Latina y el Caribe. (19 mayo, 2021). <i>Organización Panameña de la Salud</i>. https://bit.ly/33a0UnN • La crisis de vacunas COVID-19 denota “una desigualdad espantosa que perpetúa la pandemia”, alerta el jefe de la OMS. (24 de mayo, 2021). <i>Noticias ONU</i>. https://news.un.org/es/story/2021/05/1492392 • Reuters. (9 abril, 2021). Director de la OMS lamenta “impactante desequilibrio” en distribución vacunas COVID-19. <i>El Mostrador</i>. https://bit.ly/3scWeZ5 • Vacuna contra el coronavirus: la OMS advierte que el mundo está al borde de un “fracaso moral catastrófico”. (19 enero, 2021). <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-55712748
Vacunas con ARNm	<ul style="list-style-type: none"> • Aguirre, F. (9 diciembre, 2020). Alertan que vacuna Pfizer no podrá ser suministrada a personas con historial importante de alergias. <i>La Tercera</i>. https://bit.ly/3IEfu7n • Koons, C. (5 mayo 2020). Pfizer inicia pruebas en humanos de su vacuna contra el Covid-19. <i>Pauta</i>. https://bit.ly/31liOxR

<p>“Obligatoriedad” de las vacunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Carolina Darias descarta la obligatoriedad de la vacuna covid-19 y asegura que se vacunará “a cuanta más gente mejor”. (30 agosto, 2021). <i>Antena 3 Noticias</i>. https://bit.ly/3Gz3ZfE ● Diferencias en el Gobierno sobre la obligatoriedad de la vacuna contra el coronavirus. (4 noviembre, 2020). <i>Infobae</i>. https://bit.ly/31ZsmEs ● Glubilini, A. & Jain, V. (3 diciembre, 2020). Vacuna contra el covid-19: ¿debería ser obligatoria? Dos expertos dan su punto de vista a favor y en contra. <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-55165092
<p>Negacionismo/mitos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● El país que rechaza la vacuna contra la covid-19 y dice que “no hay coronavirus”. (8 febrero, 2021). <i>El Mostrador</i>. https://bit.ly/3dKTdGG ● Jiménez, J. (6 enero, 2021). 24 mentiras sobre la vacuna de la Covid-19 que no debes creer: explicación científica. <i>El Español</i>. https://bit.ly/3oJTQqf ● Nasanovsky, N., Prieto, A. y AFP Argentina. (29 septiembre, 2020). Los “daños irreparables” al genoma humano de las vacunas contra el covid-19 y otras afirmaciones falsas de un genetista argentino. <i>AFP Factual</i>. https://bit.ly/3oL4pJN

Biotecnología e Ingeniería Genética

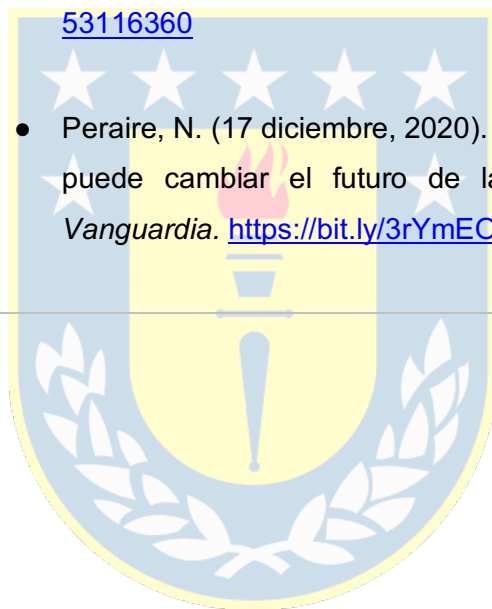
Uso de alimentos transgénicos

- Beltrán, A. y Reyes, S. (13 octubre, 2020). Transgénicos: entre la polémica y la necesidad. *Cuba periodistas*. <https://bit.ly/3DOt842>
- Borrego, M. (5 diciembre, 2020). Comenzarán a extender cultivo de soya transgénico en Cuba. *Escambray*. <https://bit.ly/3GA6WwC>
- Borrego, M. (9 diciembre, 2020). Maíz híbrido transgénico cubano: Un caballo de carrera. *Escambray*. <https://bit.ly/3yku8vD>
- Chávez, L. (1 febrero, 2021). Prevén mayor uso de organismos genéticamente modificados en la agricultura cubana. *Agencia Cubana de Noticias*. <https://bit.ly/3DMjb7e>
- Gentile, E. (20 mayo, 2021). 'Chau Havanna': El anuncio del alfajor más tradicional de Argentina enciende la alarma sobre los peligros del trigo transgénico. *RT*. <https://bit.ly/3IWaeSM>
- Hernández, L. (23 agosto, 2020). Alimentos transgénicos: qué son, pros y contras. *Vidae*. <https://bit.ly/3pR3cjk>
- Lisa, A. (23 junio, 2020). Transgénicos en el punto de mira del ecologismo. *Ronda*. <https://bit.ly/3IUuCLK>

	<ul style="list-style-type: none"> • Muñoz, R. (14 octubre, 2020). Trigo transgénico argentino: ¿para el pan nuestro de cada día? <i>Made for minds</i>. https://bit.ly/3GzgrMh • Padrón, A. y Extremera, D. (10 noviembre, 2020). Transgénicos en Cuba: El encuentro entre la necesidad, ciencia y tecnología. <i>Cuba.cu</i>. https://bit.ly/3dJNqBe • Peláez, O. (16 octubre, 2020). ¿Pueden ser nocivos los alimentos transgénicos? <i>Gamma</i>. https://bit.ly/3dGo1IP • Portillo, Z. (2 noviembre, 2020). Perú ante encrucijada respecto a los transgénicos. <i>Inter Press Service</i>. https://bit.ly/3IWDIVY • Werner, D. (21 agosto, 2021). Opinión: ¿debemos temer a la ingeniería genética aplicada a la agricultura? <i>Infobae</i>. https://bit.ly/31Z0X5y
<p>Experimentación con animales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las estrías blancas en la carne de pollo vuelven a abrir el debate sobre la modificación genética en los animales. (6 octubre, 2020). <i>Antena 3 Noticias</i>. https://bit.ly/3EMEarP
<p>Clonación de seres vivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hornos, N. (11 julio, 2021). A 25 años del nacimiento de Dolly: los dilemas éticos de la clonación. <i>Mdz</i>. https://bit.ly/3pRxIPJ

<p>Uso de CRISPR-Cas9</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lanzarotti, E., Uran, L. y Banchemo, M. (29 agosto, 2021). ¿Pegar y cortar para crear vida? <i>Perfil</i>. https://bit.ly/3EUcCBe • Pandemia y edición genética. (9 junio, 2020). <i>N+1</i>. https://nmas1.org/material/2020/06/09/crispr-coronavirus • Ribeiro, S. (12 octubre, 2020). Premio Nobel a la guerra genética. <i>América Latina en movimiento</i>. https://www.alainet.org/es/articulo/209280
<p>Ética y reglamentos sobre la biotecnología (y manipulación genética)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Murphy, P. (11 mayo, 2021). Biotecnología en Argentina y una nueva reglamentación. <i>El Economista</i>. https://bit.ly/3IXjdmS
<p>Vacunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Científicos cubanos “alientan” con pruebas de vacunas contra cáncer de hígado. (29 febrero, 2020). https://bit.ly/31NEY1y • Lladro, V. (21 noviembre, 2020). Vacunas transgénicas. <i>Las Provincias</i>. https://bit.ly/31T3kXk
<p>Vida artificial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Moncada, A. (4 mayo, 2021). Primera célula artificial capaz de replicarse como una viva. <i>Vértigo Político</i>. https://bit.ly/3lzL85U
	<ul style="list-style-type: none"> • Ansede, M. (3 septiembre, 2020). Una comisión abre la

<p>Biotecnología y salud (enfermedades y otros)</p>	<p>puerta a la modificación genética de los hijos para evitar enfermedades letales. <i>El País</i>. https://bit.ly/3GyPIFd</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Biotecnología para crear un modelo de negocio de genética y salud personalizada. (27 abril, 2021). <i>El Español</i>. https://bit.ly/3dG80SX ● Martins, A. (26 junio, 2020). Genoma humano: 5 avances que están transformando la medicina. <i>BBC News Mundo</i>. https://www.bbc.com/mundo/noticias-53116360 ● Peraire, N. (17 diciembre, 2020). Cómo la biotecnología puede cambiar el futuro de las enfermedades. <i>La Vanguardia</i>. https://bit.ly/3rYmEO6
---	---



Facebook

Vacunas COVID-19	
Controversias asociadas	Fuentes
Tiempo de producción y distribución	<ul style="list-style-type: none"> ● FRANCE 24 Español. (25 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/France24.Espanol/posts/3084611988492094 ● Made for minds. (5 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/watch/?v=521723218784638
Distribución desigual de las vacunas	<ul style="list-style-type: none"> ● FRANCE 24 Español. (17 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/France24.Espanol/posts/3078013089151984
Cuestionada efectividad de la vacuna	<ul style="list-style-type: none"> ● CNN en Español. (21 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/CNNee/posts/10157971492027644 ● Diario La Tribuna. (21 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/latribuna.cl/posts/3384490838327193 ● El Universal Online. (5 de diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook.

	<p>https://www.facebook.com/watch/?v=178403403966567</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excelsior.com.mx. (30 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/ExcelsiorMex/posts/5048112368564246 • Milenio Televisión. (22 de diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/mileniotelevision/posts/10158971704549198
Aprobación de la vacuna	 <ul style="list-style-type: none"> • FRANCE 24 Español. (11 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook] Facebook. https://www.facebook.com/watch/?v=412231790128142 • FRANCE 24 Español. (30 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/FRANCE24.Espanol/posts/3089259644693995
Vacunas con ARNm	<ul style="list-style-type: none"> • BBC News Mundo. (10 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/BBCnewsMundo/posts/10159489105669665 • Manon, G. (30 de diciembre, 2020). <i>El ARNm Artificial penetrará en la célula directo hacia los</i>

	<p><i>Ribosomas para re-transcribir los aminoácidos los cuales construirán proteínas “extrañas”.</i> [Imagen adjunta] [Publicación de estado]. Facebook. https://www.facebook.com/groups/495293217616769/posts/1046516125827806/</p>
<p>Negacionismo/antivacunas /mitos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● CNN en Español. (23 julio, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/CNNee/posts/10157610373502644 ● MILENIO. (24 de noviembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/watch/?v=208589577311442 ● 24horas.cl. (05 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/24horas.cl/posts/10159528799274113 ● FRANCE 24 Español. (13 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/watch/?v=400054884578891
<p>Efectos secundarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● El Universal Online. (16 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/EIUniversalOnline/posts/10160289604335681

<p>Muertes/Ingreso a UCI por COVID-19 vacunados/no vacunados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SB Televisión. (28 mayo, 2021). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/SantaBarbaraTV/posts/2892948067690470
<p>“Obligatoriedad” de la vacuna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SB Televisión. (30 julio, 2021). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/SantaBarbaraTV/posts/2940678429584100



<p>Biotecnología e Ingeniería Genética</p>	
<p>Riesgos en la manipulación genética</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La manipulación genética. (4 diciembre, 2020). <i>Opinión</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=104059361565199&id=104016661569469 • Solis, T. (13 enero, 2020). <i>MAÍZ TRANSGÉNICO Y SUS CONSECUENCIAS</i>. [Vídeo adjunto] [Publicación de estado]. Facebook. https://www.facebook.com/Tito.Solis.A/posts/1280370948814223

<p>Uso de alimentos transgénicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Agroferias Campesinas. (21 de octubre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/agroferiasperu/posts/1317294481948398 ● CsKn, C. (20 octubre, 2020). <i>He leído con gran preocupación a muchas personas opinar sin base científica y hasta atacando a las personas del sector científico</i> [Imagen adjunta] [Publicación de estado]. Facebook. https://www.facebook.com/groups/coalicionambientalcr/posts/658608878163305/ ● De Perez, L. (14 diciembre, 2020). <i>Desarrollan tomates transgénicos que producen un medicamento para el Parkinson</i> [Enlace adjunto] [Publicación de estado]. Facebook. https://www.facebook.com/groups/237113253516370/posts/802987733595583/ ● Palomino, D. (18 septiembre, 2020). <i>Aprueban dictamen para ampliar la moratoria de transgénicos por 15 años más</i> [Enlace adjunto] [Publicación de estado]. Facebook. https://www.facebook.com/groups/agrofitoymasaportes/posts/2726728687605906/ ● Semillas Wallmapu. (26 octubre, 2020). <i>Información</i> [Grupo de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/groups/394773153987488/posts/2079603835504403/
<p>Experimentación con animales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Rojas Ciudad. (19 septiembre, 2020). <i>Opinión</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/noticiasderojaciudad/posts/1296

	885937327268
Clonación de seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> • Corpus, L. (18 noviembre, 2020). <i>CLONACIÓN DE MACACOS</i> [Enlace adjunto] [Publicación de Estado]. Facebook. https://www.facebook.com/groups/HistoriaUC/posts/2777342925847841/
Ética y reglamentos sobre la biotecnología (y manipulación genética)	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulación genética humana – MGH. (31 octubre, 2020). <i>Opinión</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=122492846299231&id=100204255194757



Cambio climático	
Papel del capitalismo (moda, Fast Fashion y grandes empresas) en el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Memes de Educación Ambiental sin popotes. (13 de diciembre, 2020). <i>Opinión</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/MemesDeEducacionAmbientaSinPopotes/posts/462581335141622
Leyes/regulaciones/ideas para combatir el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad Biológica. (6 diciembre, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/Comunidad.Biologica/posts/2746033972326967

<p>Negacionismo/Falta de importancia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Playground. (23 julio, 2020). <i>Información</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/PlayGroundMag/posts/3617225028317347 ● What If Español. (16 enero, 2020). <i>Opinión</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/watch/?v=873022306465453
<p>El consumo de carne/ganado influye en el cambio climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Lissa GR. (17 agosto, 2020). <i>El ganado es el principal actor del calentamiento global, también es la principal causa de consumo de los recursos [...]</i> [Publicación de estado]. Facebook. https://www.facebook.com/groups/ingegronomos/posts/10158533101029004/ ● UVA – Unión Vegana Argentina. (24 octubre, 2020). <i>Opinión</i> [Página de Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/unionvegana/posts/3669324163106698