



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

“Un viaje en el tiempo en la vida de Charles Darwin”: Análisis de las visiones escolares sobre la naturaleza de la ciencia en la Unidad de Evolución.

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

Sandra Margarita Álvarez Arenas  
Profesora Guía: María Antonieta Órdenes Guzmán  
Fecha de entrega: 29 de Noviembre del 2022

Santiago – Chile

## Índice

Resumen	2
Introducción	3
Marco Teórico	5
➤ La Historia y Naturaleza de la Ciencia en Educación Científica	5
➤ Naturaleza de la Ciencia en Latinoamérica y Chile	5
➤ Visiones de estudiantes sobre las ciencias naturales	6
➤ Teoría de la Evolución en la enseñanza de la asignatura de Biología	7
➤ Enseñanza de la Teoría de la Evolución mediante el uso de biografías y narrativas	9
➤ Objetivos del seminario	13
Metodología	14
➤ Contexto de estudio	14
➤ Diseño de estudio	14
➤ Muestra	15
➤ Actividades y recopilación de datos	15
➤ Análisis de datos	18
➤ Consideraciones éticas	18
Resultados	22
Discusión y Conclusiones	27
Referencias	30
Anexos	34

## Resumen

Esta investigación busca integrar aspectos epistémicos y no epistémicos de la naturaleza de la ciencia (NdC) enfocados en la Historia de la Ciencia (HdC) relacionados a la Unidad de “Evolución y Biodiversidad” de dos 1º medios en un Liceo Técnico Profesional Municipal ubicado en la comuna de Santiago Centro, Región Metropolitana. Lo anterior, se realizará mediante la implementación de una propuesta didáctica que contempla un diagnóstico y sesiones de clase enfocadas en trabajar con aspectos de NdC, tales como: características de una teoría, personalidad del científico, cooperación científica, contexto social y cultural e influencia de la ciencia en la sociedad. La actividad principal, para el reflejo de los aspectos seleccionados, se enfoca en la realización de una carta elaborada de forma grupal por las estudiantes, actividad titulada: “Un viaje en el tiempo: carta al joven Charles Darwin” para comunicarle a éste la repercusión que tendrá en la sociedad la publicación de su libro *“El origen de las especies”*.

Se espera que las estudiantes a través de las actividades realizadas asocien la experiencia del naturalista Charles Darwin con el contenido curricular correspondiente, en vinculación coherente con los aspectos trabajados de NdC e HdC. Los resultados se analizarán de manera cualitativa para las tres etapas de recolección de datos durante el proceso de implementación: pre-test (instrumento de diagnóstico), carta a Charles Darwin y post-test (cierre de la implementación).

**Palabras clave:** Charles Darwin, visiones escolares, naturaleza de la ciencia, historia de la ciencia, evolución.

## Introducción

La educación científica actual debe orientar sus objetivos y fines no sólo a promover mejoras en el aprendizaje de la ciencia y sus métodos, sino también a impulsar una visión de la ciencia más integrada que promueva en el estudiantado una mejor comprensión de su naturaleza. También se debe considerar que el progreso de la ciencia se consigue gracias a la constancia de muchas personas que trabajan, de forma coordinada, cooperativa y colaborativa, en equipos, comunidades y redes científicas (Vildósola, 2009). Por tanto, si la ciencia es el resultado de un proceso colectivo, la educación científica debe propiciar que el alumnado se organice de la misma manera para cooperar y colaborar durante los procesos de aprendizaje. Se trata de una perspectiva que, además, sintoniza con los planteamientos de la psicología del aprendizaje enmarcados en el constructivismo social (García, 2021).

El poder canalizar este interés por la ciencia y lograr una alfabetización científica que promueve la movilidad social es una responsabilidad y una oportunidad para los(as) profesores (as) de ciencia. Dicho esto, existen evidencias significativas que sugieren que la incorporación del contexto histórico mejora el aprendizaje de los(as) estudiantes en relación a la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico y a la adquisición de competencias científicas (Cofré et. al, 2010).

Considerando lo anterior, según Quintanilla et., al (2017) existe un amplio consenso sobre la importancia de que los(as) estudiantes en la enseñanza general obligatoria deben aprender sobre los modelos básicos de la biología evolutiva y revisar las metodologías de enseñanza de la teoría de la evolución. Así, muchas propuestas innovadoras para la enseñanza de dicha teoría se basan en conceptos desarrollados en el marco de una de las áreas actuales de investigación en didáctica de las ciencias naturales denominada naturaleza de la ciencia (NdC).

Al incorporar aspectos históricos propios de la NdC el profesorado puede dar una imagen más completa de la actividad científica, sin reducirla a sus productos, instrumentos y métodos, lo que contribuiría al aprendizaje de ideas clave de la ciencia y por tanto, a la visión de las estudiantes sobre la temática a abordar, considerando la importancia de los factores epistémicos y no epistémicos de la historia de la ciencia (HdC) involucrados (Quintanilla et. al, 2017) .

En base a lo anterior, esta propuesta de investigación hará énfasis en identificar el entramado de aspectos disciplinares, sociales y culturales propios del contexto a abordar para facilitar una nueva forma de trabajo del aula en las que el estudiantado es el propio gestor de sus propuestas de articulación de los contenidos científicos. Por tanto, usar el abordaje histórico como recurso permitirá establecer una ruta específica basada en la construcción de una narración como actividad central de las implementaciones, las cuales darán lugar al abordaje de un tema disciplinar en la enseñanza de la biología, en este caso: la evolución. Este tipo de narraciones también tiene un atractivo popular, si vinculamos lo anterior con la elaboración de textos sobre la vida de figuras científicas célebres como Charles Darwin, se puede demostrar cómo este tipo de historia puede difundir en el público general las ideas sobre la ciencia y el trabajo de los(as) científicos(as), colaborando así con la educación y la divulgación científica (Dos Santos Pereira, 2022).

## **Marco teórico y problema**

### **La Historia y Naturaleza de la Ciencia en la Educación Científica**

La Historia de la Ciencia (HdC), enfocada como disciplina metacientífica, permite al docente incorporar elementos enriquecedores dirigidos hacia la consolidación de concepciones sobre la naturaleza, enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Cuellar et al., 2013).

De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2009) la alfabetización científica puede ser definida mediante distintos atributos, entre ellos se destaca el conocimiento de las características de la ciencia como una forma de conocimiento humano. Esto, en base a la literatura en educación científica, se vincula a la naturaleza de la ciencia o NdC. La comprensión de la NdC se reconoce como componente esencial de la alfabetización científica, sin embargo, las investigaciones señalan que la comprensión de los(as) profesores(as) y de los(as) estudiantes sobre este tema no es adecuada (Núñez, et al., 2022) .

Es recurrente que el profesorado de ciencias naturales transmita sistemáticamente una imagen de ciencia normativa y determinista, bastante alejada de los contextos culturales, sociales o políticos (e inclusive ideológico-filosóficos) en que los(as) científicos(as) han contribuido al desarrollo sistemático, permanente y continuo del conocimiento en distintas épocas, distorsionando así los modelos teóricos de la ciencia y su enseñanza (Quintanilla, 2005).

### **Naturaleza de la Ciencia en Latinoamérica y Chile**

América Latina es una zona con gran porcentaje de fracaso escolar, particularmente en el área de la enseñanza de las ciencias naturales. A lo cual se puede agregar el deterioro de la calidad de la enseñanza, que se pone de manifiesto en constataciones tales como la deserción creciente de estudiantes en los niveles secundarios superiores, el desaliento de los(as) docentes, la falta de articulación con la realidad de los procesos de formación del profesorado, la escasez

de recursos y la inarticulación de las tecnologías adecuadas para acompañar los procesos educativos desde una visión realista pragmática de la naturaleza de la ciencia y su inserción en la sociedad (Cuellar et al., 2013). Pese a que la NdC es considerada un componente imprescindible en la enseñanza de las ciencias, la enseñanza de NdC en Chile aún está en sus albores (Cofré, 2012).

### **Visiones de estudiantes sobre las ciencias naturales**

Para efectos de este seminario de título se entiende que la visión de las ciencias naturales que deben tener los(as) estudiantes debe basarse en una comprensión contextualizada de las ciencias de manera progresiva y esta debe interpretarse como un proceso continuo y no aislado de conocimientos. Por tanto, las visiones de los(as) estudiantes deben considerar que la evidencia del trabajo científico se construye en comunidad basándose en investigaciones precedentes y que los avances científicos están inmersos en un contexto histórico que les da sentido, lo que guarda relación con una nueva visión de la ciencia como proceso. Superando así la tradicional visión transmitida en clases de ciencias y donde sólo unos pocos y “célebres científicos” son a quienes se les reconoce y atribuyen los descubrimientos científicos, ya que desde esa visión triunfalista y hagiográfica de la ciencia es la base del alejamiento prematuro de los(as) estudiantes respecto del campo científico (Cuellar y Gatica, 2021). Ahora bien, actualmente existen diversas propuestas para el desarrollo curricular de la NdC a nivel escolar (Acevedo et al., 2017). Sin embargo, los estudios sobre las visiones de estudiantes siguen reportando comprensiones ingenuas que obstaculizan el aprendizaje de las ciencias (García et al., 2012).

La ciencia es un proceso continuo de constitución de saberes eruditos con dimensiones no sólo históricas, sino también sociales, políticas, económicas y culturales, es decir, es el producto de una actividad social que excede con mucho los actos individuales de descubrimiento o de

creación de nuevas teorías más precisas y específicas. Sin embargo, Cuellar y Marzábal (2020) plantean que si el profesorado posee una visión tradicional de las ciencias y una comprensión descontextualizada de la actividad científica, lejos de la vida cotidiana sin relación con los aspectos históricos y sociales de la ciencia, se dificulta la incorporación explícita de aspectos de NdC en la actividad científica escolar, y se contribuye a consolidar la visión positivista de los(as) estudiantes.

### **Teoría de la Evolución en la enseñanza de la asignatura de Biología**

Numerosos autores han destacado el papel central que ocupa la teoría evolutiva en la biología contemporánea. Esta es indispensable para comprender las denominadas causas últimas de los fenómenos biológicos, es decir, para elaborar una explicación histórica acerca de los sistemas biológicos. Se trata, además, de una teoría con profundas implicancias filosóficas, ideológicas y aun políticas (González et al., 2005).

La evolución se define como la acumulación de cambios genéticos dentro de las poblaciones a lo largo del tiempo (Solomon et al., 2013) . Todos los organismos han evolucionado y siguen evolucionando (Darwin, 1865), según sus propiedades y condiciones de su medio ambiente particular. Por lo tanto, “nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución” (Dobzhansky, 1973). Desde que Darwin presentara la visión evolutiva de la biósfera, los(as) biólogos(as) han desarrollado extensas redes de conocimiento que nos permiten comprender y explicar diversos aspectos de la biología. Sin embargo, la revolución darwiniana aún no ha llegado a iluminar extensos campos del saber, particularmente en las ciencias humanas y sociales, y el ciudadano común poco aprecia los roles que la evolución ha tenido y tiene en el desarrollo de la cultura y en nuestra vida cotidiana actual (Cofré et al., 2021).

Existe consenso en que la evolución es una idea central de la Biología, y por lo tanto, debería tener un lugar destacado dentro del currículum de cualquier país que esté interesado en la alfabetización científica de sus ciudadanos (Cofré et al.,2021). Sin embargo, la ubicación, presencia e importancia de este contenido dentro de los documentos curriculares alrededor del mundo varía enormemente.

Nelson (2008) argumenta que parte de la dificultad de los(as) estudiantes para comprender la teoría de la evolución se debe a una pobre comprensión de la naturaleza de la ciencia. En consecuencia, enseñar evolución es una de las tareas más difíciles en la enseñanza de la biología, ya que existe una gran variedad de obstáculos para su comprensión (Núñez et al., 2022). Según Galli y Meinardi (2015) son especialmente numerosos los estudios en el ámbito de la didáctica de las ciencias que muestran que estudiantes de todos los niveles educativos tienen concepciones ingenuas sobre el proceso evolutivo. En relación con las concepciones alternativas, numerosas investigaciones convergen en señalar que algunas de ellas parecen estar ampliamente difundidas, cómo por ejemplo la suposición de que el cambio evolutivo obedece a fines predeterminados (teleología).

En este sentido, la inclusión de la naturaleza de la ciencia mediante la incorporación de aspectos epistémicos y no epistémicos se identifican como aspectos importantes a incluir en la enseñanza de la evolución. La inclusión de la NdC, la comprensión de cómo trabajan los(as) científicos(as) y cómo se crea, valida e influye el conocimiento científico (McComas, 2018) sirve para mostrar a los(as) estudiantes que la evolución es tanto un hecho como una teoría científica con evidencia empírica sólida. Por tanto, se podría pensar que la evolución es un tema central en la comprensión del mundo vivo y, por ello, una piedra angular para la alfabetización biológica.

### **Enseñanza de la Teoría de la Evolución mediante el uso de biografías y narrativas.**

Si bien se asume el potencial didáctico de la incorporación de la HdC, esto es posible en la medida en que la aproximación histórica permite ejemplificar el desarrollo de las teorías científicas, conocer las relaciones entre ciencia y sociedad, e ilustrar el carácter universal y a la vez multicultural de la ciencia, planteando de manera explícita a los(as) estudiantes los aspectos de la NdC (Cuellar y Marzábal, 2020).

Entre las diversas formas de abordar la Historia de la Ciencia reconocidas en la literatura (Izquierdo et al., 2016; Acevedo et al. 2017), esta investigación se ha focalizado en los aportes derivados de la perspectiva biográfica, considerando que permite identificar las relaciones vinculantes entre los aspectos disciplinares, culturales y sociales, inherentes a los contextos en los que se genera el conocimiento (Cuellar et al., 2013). Esto requiere superar las tradicionales biografías de los “grandes héroes de la ciencia” basadas en la idealización, para así avanzar hacia la contextualización de las biografías entendiendo esta área como una práctica académica, mostrando los aspectos personales y sociales del trabajo científico para así resguardar el carácter subjetivo, tentativo y contextualizado de la actividad científica, haciendo visibles los aspectos epistémicos y no epistémicos de la NdC en la actividad científica escolar para que así el profesorado puede dar una imagen más completa de la actividad científica, sin reducirla a sus productos, instrumentos y métodos (Cuellar y Marzábal, 2020).

Izquierdo (2000) plantea la necesidad de generar un trabajo científico escolar que profundice en la historia de la ciencia, puesto que esta disciplina permitiría relacionar el entramado conceptual que se está aprendiendo con diversas miradas, estrategias y racionalidades en la clase de ciencias. Con esta finalidad en mente, revisar la historia de los científicos(as) y de sus respectivas épocas no resulta para nada fácil, si se quiere encontrar sentido educativo a la

comprensión y valoración de la evolución del conocimiento y su auténtico protagonismo en la historia humana (Gatica, 2006).

La secuencia didáctica aplicada en las implementaciones correspondientes considera una integración de aspectos epistémicos y no epistémicos relacionados con la unidad a trabajar. Estos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Aspectos de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) abordados.*

<b>Aspectos epistémicos: naturaleza del conocimiento científico</b>	<b>Aspectos no epistémicos: factores internos y externos a la comunidad científica</b>
-Características de una teoría científica	-Contexto histórico, social y cultural -Influencia de la ciencia en la sociedad -Personalidad de un científico

*Nota.* Elaboración propia adaptado de Acevedo et al., (2017).

Ahora bien, Barbosa (2010) plantea la relevancia que tiene una perspectiva histórica en los procesos de construcción de conocimiento científico escolar, en los cuales es necesario considerar que el progreso del conocimiento científico se desarrolla en el marco de una propuesta socio-histórica en el que establece relaciones muy estrechas con diferentes campos de la acción humana. Es a partir de esa reflexión que ha tomado fuerza, en los últimos años, el papel de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza de estas, convirtiéndose en una línea de investigación de gran relevancia en la didáctica de las ciencias (Gil, 1993).

Se considera que la enseñanza de las ciencias en el contexto escolar con una perspectiva histórica ayuda a una comprensión de su naturaleza, su génesis, su impacto y las repercusiones

en la sociedad, de los obstáculos que se presentan en su proceso de desarrollo, lo cual implica entenderla como parte esencial de la cultura (Barbosa, 2010) .

Considerando lo planteado, es pertinente presentar al estudiantado los planteamientos de la teoría de la evolución a través de la biografía de su gestor. El uso de las biografías es una manera diferente, creativa y en ocasiones divertida, de aproximarse y abordar los contenidos de las ciencias naturales; ellas permiten resaltar los aspectos humanos, valorativos y formativos de quienes han aportado al desarrollo en los diferentes campos de la ciencia (Briceño, 2001).

Según Dos Santos Pereira (2022) las biografías científicas reciben poca atención de los investigadores educativos como un enfoque útil para la enseñanza de las ciencias. Existen muchas críticas sobre la forma en que se presentan las biografías de los(as) científicos(as) en los libros didácticos, pues en ellas exponen la vida de estos(as) de forma resumida y anecdótica, sin articular las particularidades de sus trayectorias con el contexto en el que se desarrolló su trabajo. Estas críticas parecen centrarse apenas en una forma obsoleta de narrativa biográfica en la que los(as) científicos(as) son tratados como genios aislados, incorruptibles y únicos responsables del progreso de la ciencia. Sus trayectorias parecieran estar dissociadas del contexto social, cultural y científico de la época. Contrario a estas, las biografías científicas contemporáneas no sólo pueden proporcionar contextualización de conceptos y teorías científicas, la discusión de temas de la NdC, sino que además pueden reivindicar la representación de grupos comúnmente excluidos de las narrativas sobre el pasado de la ciencia.

Llevar las biografías científicas a la enseñanza de las ciencias puede contribuir con la contextualización de contenidos científicos a partir de la trayectoria de los(as) involucrados(as) en la caracterización de fenómenos y la construcción de conceptos y teorías científicas. Este enfoque ayudaría a los(as) estudiantes a comprender qué problemas y objetivos estaban tratando

los(as) científicos(as) en su propio contexto. En base a lo anterior, es necesario proponer una actividad que permita desarrollar esta visión progresista de la ciencia considerando que los conocimientos no son aislados sino que se trata de un proceso de generación de conocimiento que no es absoluto y determinista, sino que está en constante cambio. Un acercamiento a la ciencia mediante narrativas puede ayudar a aumentar el entusiasmo e incluso fomentar el pensamiento pragmático. Ahora bien, el uso de narrativa no quiere decir que no es necesario enseñar los conceptos básicos de la disciplina con todo el rigor necesario, sino que este se utiliza como un medio para ilustrar y contextualizar lo aprendido en clase (Chapela, 2014).

Enseñar la evolución desde una perspectiva histórica ayudaría a estudiantes a comprender mejor la NdC, lo que facilitaría el aprendizaje sobre la teoría de la evolución biológica y el uso de narrativas podría ser una de las formas de ampliar el repertorio existente actualmente en las clases de Biología, que muchas veces se restringe a definiciones simplistas y fenómenos cerrados (Guelero y Tadeu, 2016) .

Varios trabajos han abogado por un mayor uso de las narrativas en la educación científica, motivados por la posibilidad de utilizar el lenguaje como dispositivo de comunicación. Ribeiro y Martins (2007) plantean que las narrativas podrían constituir ejes estructurantes de los programas curriculares, favoreciendo la presentación de contenidos científicos e ideas sobre NdC en un contexto social, histórico y cultural más amplio. Carlino, (2017) considera fundamental para la formación académica establecer los espacios de lecto/escritura necesarios de manera simultánea a los contenidos disciplinares como estrategia pedagógica y epistémica. De hecho, Navarro y Revel (2013) plantean que las investigaciones realizadas en el marco de la didáctica de algunas disciplinas, en particular de las

ciencias naturales, han prestado en las últimas dos décadas especial atención a la línea de investigación que vincula el lenguaje con la enseñanza fundamentando la formación de los procesos psicológicos y desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, tales como el razonamiento y el lenguaje. Es por esto que se plantea como actividad central de la planificación de la propuesta didáctica la escritura de una carta al joven Charles Darwin con el propósito de comunicar la repercusión de su trabajo como naturalista en la actualidad.

Ante la existencia de una problemática en la que las visiones ingenuas persisten en los(as) estudiantes y obstaculizan su proceso de aprendizaje de las ciencias, se mantiene una visión tradicional y positivista en estos(as) como consecuencia. Por tanto, para efectos de este seminario surge la interrogante sobre ¿cómo reducir las visiones ingenuas que pueden existir en los(as) estudiantes mediante la incorporación de la NdC en las clases de Biología?

### **Objetivos del seminario**

El presente trabajo aborda esta relación entre lo conceptual y la historia de la ciencia, focalizado en la Unidad de “Evolución y Biodiversidad” en el nivel de primero medio a través de las visiones sobre NdC de las estudiantes de la muestra, para contribuir a orientar un diseño e implementación de una propuesta didáctica que pretende abordar de forma explícita aspectos epistémicos y no epistémicos para facilitar una nueva forma de divulgación en el aula. Por tanto, el objetivo general de este seminario es analizar cómo la integración de aspectos epistémicos y no epistémicos de la Naturaleza de la Ciencia influye en las visiones de estudiantes de Enseñanza Media en procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. Mientras que los objetivos específicos (OE) son

OE1: Identificar y caracterizar las visiones de estudiantes sobre la Evolución con un enfoque basado en la NdC antes y después de la intervención pedagógica.

OE2: Diseñar e implementar actividades de clase mediante el uso de NdC y HdC en la enseñanza de la Evolución.

OE3: Relacionar las visiones finales de las estudiantes sobre la Evolución con la intervención pedagógica realizada enfocada en la NdC y HdC.

## **Metodología**

### **Contexto del estudio**

Antes de iniciar la práctica profesional, el profesor guía de Biología se encontraba abordando la Unidad de evolución enfocada en la selección natural como mecanismo clave para entender esta teoría. Es por esta razón que se consideró oportuno continuar con la misma unidad al momento de planificar las clases y actividades correspondientes, sólo que en esta oportunidad se iba a considerar su abordaje desde la incorporación de los aspectos epistémicos y no epistémicos de la NdC seleccionados (Tabla 1).

Este seminario se desarrolló con una muestra de estudiantes de Educación Secundaria pertenecientes al Liceo Emilia Toro de Balmaceda que cursan el nivel de primero medio. Ésta es una institución de tipo monogénero y técnico- profesional, ubicada en Matucana #403, Santiago.

### **Diseño del estudio**

El tipo de estudio realizado se enmarca dentro de la metodología de carácter cualitativo con un diseño transeccional de tipo exploratorio, ya que facilita la exploración de un fenómeno poco estudiado en su contexto (Hernández et al., 2016). Lo anterior, se fundamenta en el diseño de investigación de este seminario de título y en la escasa presencia de la NdC en el currículum

prescrito, evaluaciones y en la intervención pedagógica en cuestión (Cuellar y Marzábal, 2020). Por tanto, se trata de una exploración inicial en un momento específico que se focaliza en las implementaciones realizadas durante la práctica profesional.

El estudio se realizará en tres etapas, en la primera contempla el inicio de las implementaciones a través de la aplicación de un instrumento de diagnóstico (pre-test) (Anexo 1) y se prosigue con clases expositivas explicitar los aspectos de la NdC a abordar (Tabla 1). En una segunda etapa, se considera la elaboración de la carta. Finalmente, en la tercera fase, se establece un cierre de unidad mediante la aplicación del post-test.

### **Muestra**

Las implementaciones se realizaron en dos cursos, 1ºA y 1ºF. Para efectos de este trabajo, los resultados y análisis se presentarán en conjunto para ambos cursos y no de manera separada. Dicho esto, a partir de una población blanco que contempla a todos los primeros medios (25 estudiantes por curso en un total de 9 cursos), la población accesible contempla al 1ºA y 1ºF. Sin embargo, considerando los consentimientos y asentimientos recopilados para cada estudiante, la muestra para trabajar será de 23 estudiantes con un total de 15 cartas a analizar.

### **Actividades y recopilación de datos**

En la Figura 1 se presentan las tres instancias de actividades y recogida de datos para efectos de este seminario. En la primera, se aplicó un pre-test de apreciación de escala Likert, ya que este ha sido el instrumento utilizado comúnmente para caracterizar las visiones personales de estudiantes escolares sobre NdC (García et al., 2012). Se definió, para cada una de las dimensiones, una afirmación respecto de la cual las estudiantes explicitaron su grado de acuerdo o desacuerdo con el indicador correspondiente (Cuellar y Marzábal, 2020).

La segunda instancia de recogida de datos se lleva a cabo mediante la actividad principal de este seminario de título a través de la elaboración de la carta a Charles Darwin de manera grupal (1-3 estudiantes por grupo). Los recursos utilizados son:

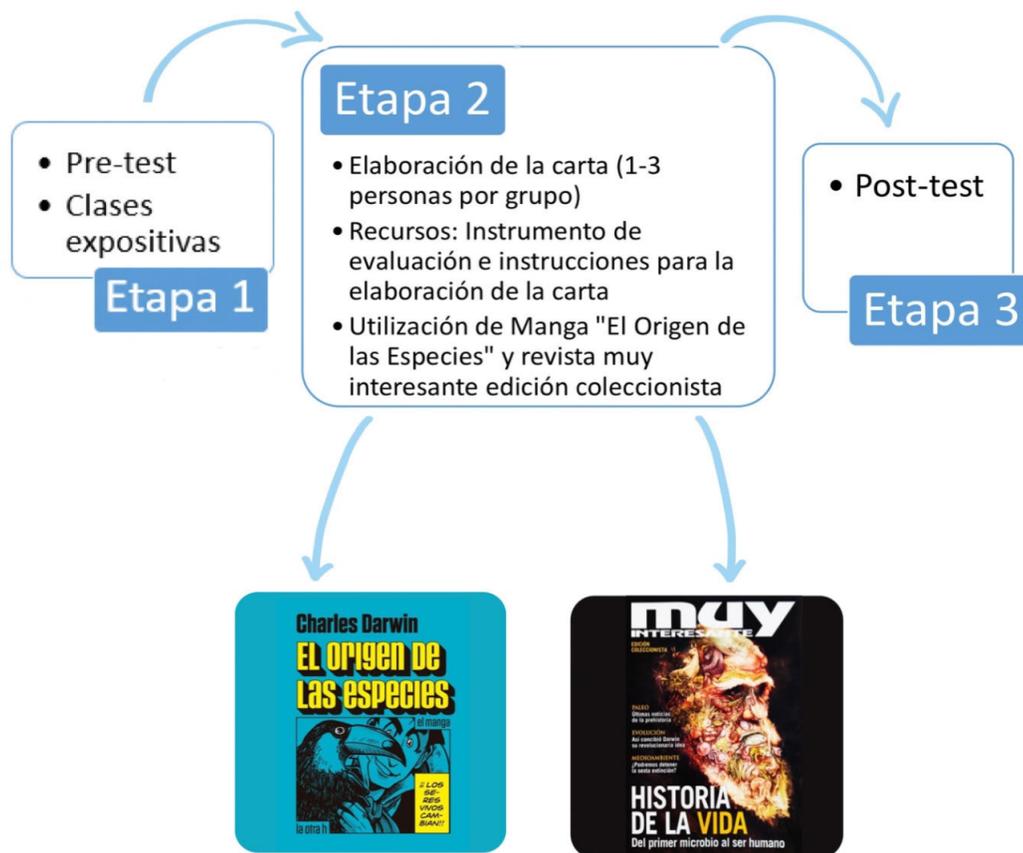
- Instrumento de evaluación y orientaciones para la construcción de la carta. (Anexo 2)
- Edición manga y adaptación de “*El origen de las especies*”. (Espí, 2015)
- Revista “*muy interesante*” sobre cómo Darwin concibió su idea sobre la evolución. (Fernández, 2022)

Finalmente, en la tercera instancia se realiza un post-test que es igual al pre-test, para así comparar las visiones de las estudiantes en el inicio y cierre de la intervención pedagógica.

(Anexo 1).

**Figura 1**

*Esquematización de las etapas metodológicas considerando las instancias de recogida de datos y recursos utilizados*



*Nota.* Elaboración propia.

## Análisis de datos

El análisis de los datos consistió de tres niveles: un primer nivel de análisis en que se sistematizaron las respuestas de los pre y post test en la cual se establecen las visiones de las estudiantes a través de una autoevaluación mediante una escala de Likert, en base al grado de acuerdo o en desacuerdo, o si sabe explicar o no el indicador correspondiente, mientras que para las preguntas de desarrollo del instrumento de cierre se analizarán mediante codificación. Este nivel se encuentra descrito en las Tablas 2 y 3.

**Tabla 2**

*Componentes existentes desde las perspectivas ingenua y adecuada en torno a la Naturaleza de la Ciencia para el pre-post test.*

Aspecto epistémico	Afirmaciones	Indicadores	
		Visión de perspectiva adecuada: color celeste	Visión de perspectiva ingenua: color naranja
<b>Características de una teoría</b>	<p>A1: Las evidencias de la evolución se deben articular para comprender el origen y la diversificación de especies.</p> <p>A2: Conozco las evidencias de la evolución que hemos visto a lo largo del semestre.</p> <p>A3: Toda la diversidad de especies conocidas provienen de un ancestro común.</p>	<p>-Lo sé</p> <p>-Lo sé y lo puedo explicar</p>	<p>-No lo sé</p> <p>-Sé algo</p>

*Nota.* Elaboración propia adaptado de Cuellar y Marzábal (2020)

**Tabla 3**

*Componentes existentes desde las perspectivas ingenua y adecuada en torno a la Naturaleza de la Ciencia para el pre-post test.*

Aspecto epistémico	Afirmaciones (A)	Indicadores	
		Visión de perspectiva adecuada: color celeste	Visión de perspectiva ingenua : color naranja
<b>Naturaleza tentativa y creativa del conocimiento</b>	A4: El conocimiento científico proporciona explicaciones certeras sobre el mundo natural. A5: El conocimiento científico es verdadero, confiable e incuestionable A6: La ciencia trabaja en base a métodos rigurosos en los que tiene poca cabida la creatividad.	-Totalmente en desacuerdo  -En desacuerdo	-Totalmente de acuerdo  -De acuerdo
<b>Aspectos no epistémicos</b>	<b>Afirmaciones (A)</b>	<b>-Visión de perspectiva adecuada: color celeste</b>	<b>-Visión de perspectiva ingenua : color naranja</b>
<b>Contexto social y cultural, cooperación científica y biografía.</b>	A7: Los estudios en ciencias están fuertemente influenciados por contextos sociales, políticos y culturales. A8: Los conceptos o teorías científicas surgen del estudio de los fenómenos cotidianos del entorno. A9: El desarrollo del conocimiento científico es parte de un proceso de trabajo colaborativo basado en la comunicación.	-Totalmente de acuerdo  -De acuerdo	Totalmente en desacuerdo  En desacuerdo
	A10: Aspectos biográficos de Charles Darwin	-Lose -Lose y lo puedo explicar	-No lo sé -Sé algo

*Nota.* Elaboración propia adaptado de Cuellar y Marzábal (2020)

Para el segundo nivel correspondiente al análisis de los datos obtenidos en la elaboración de la carta, es necesario sistematizar la información en base a los aspectos de la NdC seleccionados con los que se interpretarán los resultados. Este nivel se encuentra descrito en las Tablas 4 y 5.

**Tabla 4:**

*Subcategorías, códigos y descripciones a aplicar para el análisis de aspectos epistémicos.*

<b>Categoría: Aspecto epistémico</b>		
<b>Subcategoría: Evidencias de la evolución</b>	<b>Código categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Fósiles</b>	Aspecto epistémico fósiles (AE-FO)	Se mencionan explícitamente las palabras “fósil”; “fósiles”.
<b>Anatomía comparada</b>	Aspecto epistémico Anatomía comparada (AE-AC)	Se mencionan explícitamente las palabras “anatomía”. También se puede mencionar como “comparación de estructuras”
<b>Selección natural</b>	Aspecto epistémico selección natural (AE-SN)	Se mencionan explícitamente las palabras “selección natural” o palabras afines a este mecanismo, tales como “presión selectiva” o “adaptación al ambiente”.
<b>Filogenia</b>	Aspecto epistémico filogenia (AE-FI)	Se menciona explícitamente la palabra “filogenia” o palabras afines que se asocian a esta evidencia, tales como “ especies emparentadas”, “diversificación de especies” y/o “ancestro común”.

*Nota.* Elaboración propia adaptado de Cuellar y Marzábal (2020).

**Tabla 5**

*Subcategorías, códigos y descripciones a aplicar para el análisis de aspectos no epistémicos.*

<b>Categoría: Aspecto no epistémico</b>		
<b>Subcategoría</b>	<b>Código categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Personalidad de un científico</b>	Aspecto no epistémico personalidad (ANE-P)	Se mencionan aspectos de la vida personal de Charles Darwin relacionados a sus estudios, relaciones con familiares, gustos, entre otros.
<b>Cooperación científica</b>	Aspecto no epistémico cooperación (ANE-CC)	Se mencionan -ya sea con nombres o no- a científicos que cooperaron en el tratamiento de la evidencia recopilada por Darwin en su viaje por el Beagle o que apoyaron su teoría. Algunos nombres son: Thomas Huxley, John Henslow, John Gould.
<b>Contexto histórico, social y cultural</b>	Aspecto no epistémico contexto (ANE-C)	Se mencionan antecedentes o consecuencias del viaje de Darwin por el Beagle y la posterior publicación de su libro <i>“El origen de las especies”</i> . Algunas son: El apoyo o rechazo a la publicación del libro, las burlas que recibió o la repercusión de su trabajo en la actualidad.

*Nota.* Elaboración propia adaptado de Cuellar y Marzábal (2020).

### **Consideraciones éticas**

Para este seminario sólo se tendrán en consideración las cartas pertenecientes a estudiantes que cuenten con el consentimiento de apoderados(as) y asentimiento informado correspondiente para cada estudiante. Se diligenció previamente los consentimientos informados a través de la dirección del Liceo Emilia Toro de Balmaceda mediante la autorización del Director (Anexo 3).

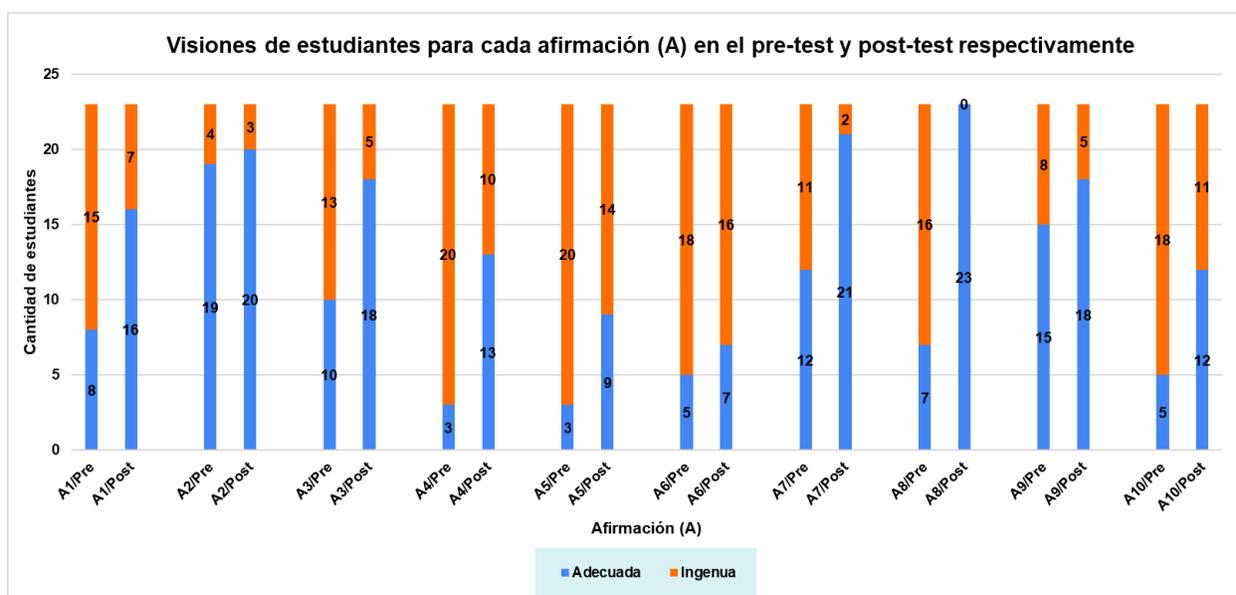
## Resultados

De acuerdo con el enfoque metodológico de estudio de caso exploratorio transeccional de este seminario, los resultados se presentan en conjunto para los dos cursos seleccionados, organizados en base a los aspectos existentes en torno a la Naturaleza de la Ciencia e indicadores del cuestionario en los dos instrumentos de recogida de datos utilizados: pre-test y post-test, focalizados en una escala Likert para facilitar el posterior análisis (Anexo 1).

En la Figura 2 se presentan los resultados del pre y post test para cada afirmación asociada a los aspectos de la NdC seleccionados. En estos dos momentos de recogida de datos se observa una disminución de las visiones ingenuas de las estudiantes de la muestra, mientras que las visiones adecuadas presentan un aumento. El cambio de visión para cada afirmación varía. Por ejemplo, en la afirmación 8 (A8): “Los conceptos o teorías científicas surgen del estudio de los fenómenos cotidianos del entorno” las visiones ingenuas se redujeron en su totalidad en el post- test, mientras que en otros casos, como es el de la afirmación 6 (A6): “La ciencia trabaja en base a métodos rigurosos en los que tiene poca cabida la creatividad”, las visiones ingenuas se redujeron levemente.

**Figura 2**

*Resultados obtenidos en los test aplicados en base a las visiones adecuadas e ingenuas de las estudiantes de la muestra para cada afirmación.*



*Nota.* Elaboración propia.

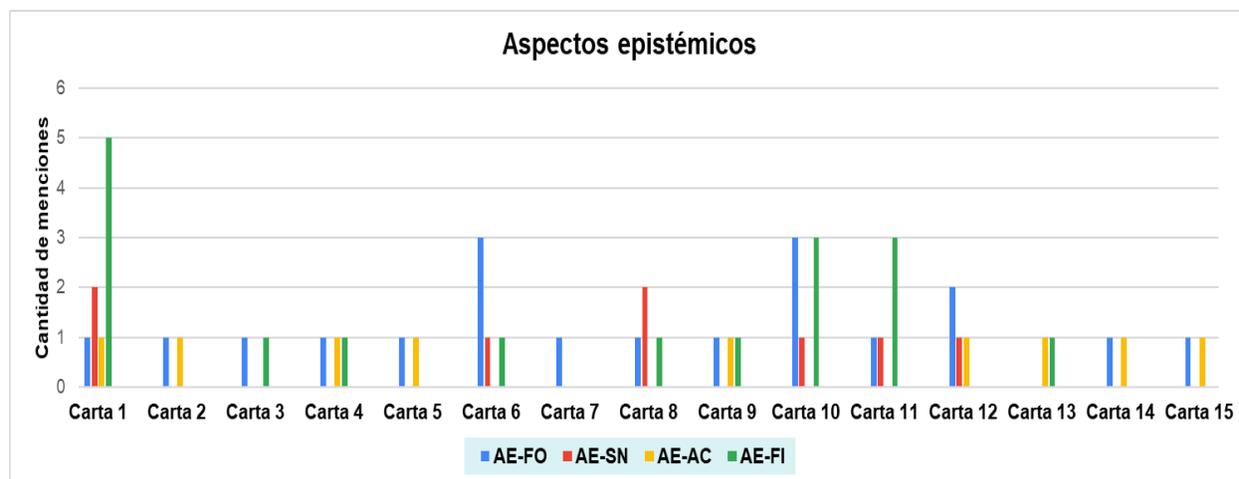
El cambio de las visiones sobre la NdC de las estudiantes se puede fundamentar en el análisis de la actividad principal de este seminario, el cual se focaliza en la escritura de la carta. Para el análisis de las cartas resultantes, se identificaron hechos históricos seleccionados por las estudiantes, focalizados en tres momentos clave de la vida de Charles Darwin: antes, durante y después del viaje por el Beagle en base a los aspectos de la NdC seleccionados. Esto se encuentra descrito en las Tablas 4 y 5, mientras que los resultados para esta etapa se presentan en las Figuras 3 y 4.

Para el abordaje de aspectos epistémicos seleccionados se encontraron entre 2 a 9 menciones por carta. En general, cada carta presenta dos menciones para cada aspecto epistémico seleccionado. Entre estos, se destaca la cantidad de menciones para el aspecto epistémico de la filogenia (AE-FI) y aspecto epistémico de fósiles (AE-FO), a continuación se presenta un ejemplo en el siguiente extracto:

*Durante el viaje visitó lugares como Brasil, Argentina, Chile y las Islas Galápagos. En este viaje se dió cuenta que las especies evolucionan gracias a la selección natural. Este mecanismo explica cómo las especies se adaptan y sobreviven a las presiones selectivas del ambiente. También recolectó evidencias de fósiles y estructuras anatómicas de diferentes especies. Después de realizar este viaje comprobó que las especies están emparentadas y que se han diversificado a lo largo del tiempo (carta 1).*

### Figura 3

*Resultados de aspectos epistémicos de la NdC abordados en las cartas.*



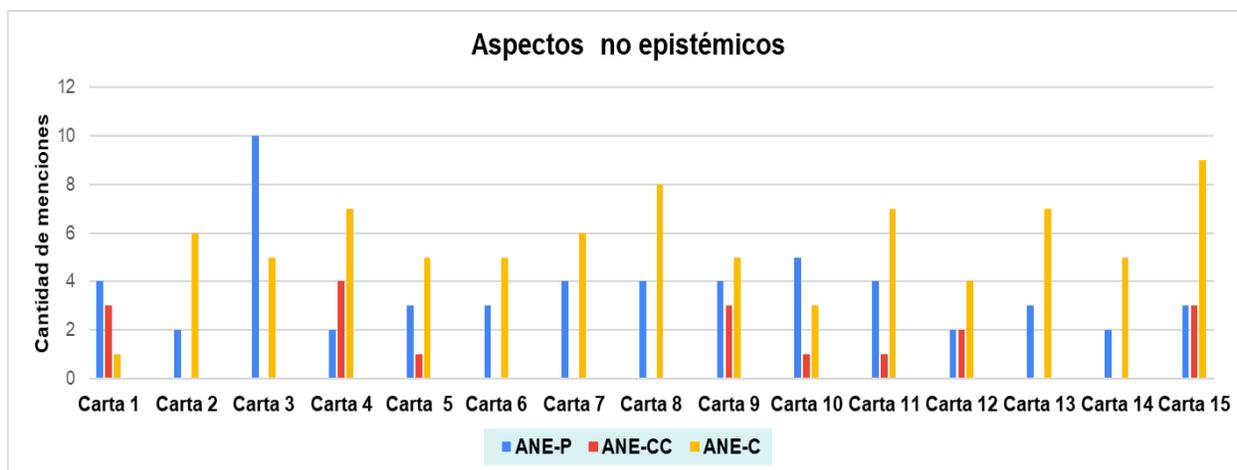
*Nota.* Elaboración propia.

Para el caso de los aspectos no epistémicos, su abordaje es mayor, ya que en general se observan entre 7 a 14 menciones por carta. Los aspectos que destacan son los de personalidad del científico (basado en la biografía del científico) (ANE-P) y el contexto social, político y cultural de la época (ANE-C), a continuación se presenta un ejemplo en el siguiente extracto:

*Le contamos que lastimosamente no logrará terminar sus estudios de Medicina y Sacerdote, pero será un gran naturalista. Un día le llegará una invitación de John Henslow donde le va a proponer ir a un viaje en donde será el único naturalista a bordo. (...) Después del viaje publicará un libro llamado el origen de las especies (...) El lanzamiento de este libro traerá consecuencias, como por ejemplo críticas y burlas de su cara con cuerpo de mono. Pero a pesar de todo hasta el día de hoy su libro se utiliza como herramienta de aprendizaje (carta 8).*

#### Figura 4

Resultados de aspectos no epistémicos de la NdC abordados en las cartas.



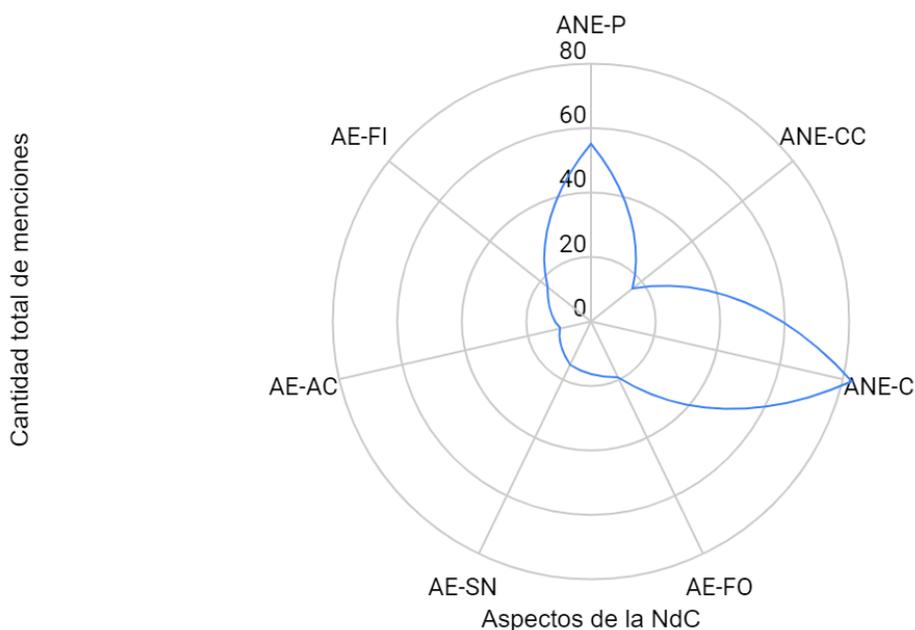
Nota. Elaboración propia.

La Figura 5 representa las tendencias de los resultados obtenidos en la etapa 2 considerando todos los aspectos de la NdC seleccionados, es decir, epistémicos y no epistémicos. Estos se observan con su abreviación correspondiente y considerando la cantidad total de menciones en las cartas analizadas, el aspecto no epistémico de personalidad (ANE-P) y aspecto no epistémico de contexto social, político y cultural (ANE-C) presentan una tendencia y se destacan en comparación a los demás aspectos. Por tanto, estos fueron los que presentaron la mayor cantidad de menciones, con un total de 55 menciones para ANE-P y 83 menciones para ANE-C.

### Figura 5

*Resultados de aspectos epistémicos y no epistémicos de la NdC abordados en las cartas.*

### Tendencia de aspectos de la NdC abordados en las cartas



*Nota.* Elaboración propia

## Discusión y Conclusiones

Para cumplir el objetivo de este seminario es necesario comparar y relacionar los resultados obtenidos considerando las instancias de recogida de datos en dicho proceso. Lo anterior, es para dar cuenta del cambio en las visiones de las estudiantes durante la intervención pedagógica e interpretar cuales son las causas de este.

En el caso de los test aplicados, es interesante observar el cambio en las visiones de las estudiantes para cada afirmación, presentando distintos niveles de variación en estos. Por ejemplo, A8 contempla el impacto cultural como visión de la NdC (Cuellar y Marzábal, 2020). En esta información hubo gran variación en términos de las visiones, lo que también ocurre en otras afirmaciones como es el caso de A4, que tiene relación con el carácter tentativo del conocimiento según Cuellar y Marzábal (2020), en la cual las visiones ingenuas se redujeron el doble.

Resulta importante recalcar que la actividad de la carta es la causante principal de estos cambios en las visiones de las estudiantes a través del uso de narrativas. Lo anterior, es coherente con los planteamientos de Guelero y Tadeu (2016). Estos autores plantean que el trabajo con narrativas en la enseñanza de la biología no solo puede ayudar en el abordaje de los conceptos biológicos, sino que también en la construcción de una adecuada visión de la ciencia.

Ahora bien, la Figura 5 muestra la tendencia de los aspectos de la NdC abordados en las cartas. Los aspectos no epistémicos de ANE-P y ANE-C fueron los que obtuvieron la mayor cantidad de menciones en la totalidad de las cartas, por tanto el aspecto no epistémico de la NdC predomina en las visiones de las estudiantes como resultado de la intervención pedagógica. Si bien el objetivo de este seminario se enfoca en la integración de aspectos epistémicos y no epistémicos de la NdC, resulta interesante la tendencia que se generó como resultado final, al

cual se atribuye una explicación asociada a que el enfoque de las implementaciones realizadas se justifica desde el abordaje de la biografía de un científico, por tanto, al ser el recurso principal para el diseño e implementación de las actividades correspondientes, la focalización en la vida de Charles Darwin puede explicar por qué las cartas tuvieron un mayor tendencia en los aspectos no epistémicos de la NdC, lo que se puede justificar a través las visiones que el docente tenga sobre los diferentes aspectos relacionados con la ciencia, las cuales permean, a través de su praxis, las construcciones que sobre la misma hace el estudiante (Barbosa, 2010).

La dimensión no epistémica de las prácticas científicas es concebida como una componente esencial en diversas propuestas de conceptualización sobre la naturaleza de la ciencia y historia de la ciencia muestra que muchas veces los factores no epistémicos han tenido un papel tan importante como los epistémicos en el desarrollo de esta (García, 2021). Los resultados de esta experiencia permiten sugerir el uso de textos biográficos como una forma distinta de acercar a las estudiantes el conocimiento científico escolar a través de la NdC. Estos sirven como una forma distinta de abordar los contenidos teóricos correspondientes y pueden facilitar el reconocimiento de las incidencias y consecuencias del llamado progreso científico y en consecuencia repercutir en las visiones de las estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia en las clases de Biología.

Al finalizar esta experiencia e intervención pedagógica y consideración de los objetivos del presente seminario, el análisis de la integración de los aspectos seleccionados de la NdC y cómo estos repercuten en las visiones de las estudiantes a través del diseño y planificación de distintas actividades en donde queda demostrado que las cartas de las estudiantes abordan mayoritariamente aspectos sobre su vida personal y familiar, considerando sus contribuciones e incluso mencionando su influencia en la actualidad, sumado a aspectos propios del contexto

social de la época. Dicho esto, la integración de los aspectos de la NdC fue efectiva, marcando tendencia un aspecto más que el otro, pero ambos se encuentran presentes de igual manera. Esto se condice con el trabajo de Cuellar y Marzábal (2020) en donde sus resultados plantean que la incorporación de las biografías científicas contribuye en la configuración de visiones sobre la ciencia más adecuadas.

En base a lo anterior, el presente seminario de título cumple con los objetivos propuestos, tanto en el general cómo en los específicos, ya que las visiones de las estudiantes de la muestra fueron modificadas en consecuencia de la actividad principal realizada promoviendo una visión adecuada de la NdC que implica una comprensión contextualizada de las ciencias de manera progresiva, lo que va de la mano con el proceso de aprendizaje de las estudiantes.

Sin embargo, existe la necesidad de hacer estudios más específicos del desarrollo de las comprensiones de los(as) estudiantes sobre la NdC en contextos particulares, avanzando hacia una mejor comprensión del proceso de configuración de las visiones de los(as) estudiantes pertenecientes a determinados contextos, según sus experiencias escolares y al ser un campo de investigación escaso en Chile (Cofré, 2012), solo con el esfuerzo colectivo de diferentes investigadores(as) y/o docentes se puede lograr el objetivo de brindar una educación científica contextualizada, periférica y socialmente reivindicadora (Dos Santos Pereira, 2022).

## Referencias

- Acevedo, J., García, A. y Aragón M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación química*, 28(3) 140-146.
- Barbosa, R. H. (2010). Las biografías: un valioso recurso en las clases de Ciencias Naturales. *Biografía*, 3(5), 1-20.
- Briceño, F. (2001). La historia de la ciencia como referente en la investigación y didáctica de los contenidos. *Aula ambiente* ,1, pp 87-92
- Carlino, P. (2017). Leer y escribir en ciencias sociales en universidades argentinas. *Enunciación*, 22(1), 110-124.
- Chapela, A. (2014). Entre ficción y ciencia: El uso de la narrativa en la enseñanza de la ciencia. *Educación química*, 25(1), 2-6. Recuperado en 07 de noviembre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2014000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000100001&lng=es&tlng=es)
- 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 (Valdivia)*, 36(2), 279-293.
- Cofré, H. (2012). La enseñanza de la naturaleza de la ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. *Revista chilena de educación científica*, 11(1), 12-21.
- Cofré, H., Vergara, C., y Spotorno, A.(2021). *Enseñar Evolución y Genética para la Alfabetización Científica*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, 253- 270.
- Cuellar, L., Quintanilla, M., y García, A. (2013). Las Biografías científicas en el aula de clase. Una nueva propuesta que integra creatividad y aprendizaje del conocimiento científico

- escolar. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 889-892.
- Cuellar, L., y Marzábal, A. (2020). Visiones de estudiantes de secundaria sobre Naturaleza de la Ciencia en ambientes de discusión, cuando se incorporan biografías a la clase de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3102-3102.
- Cuellar, L., y Quintanilla, M.(2021). La perspectiva biográfica de la ciencia en el aula. Aportes de la historia de la ciencia en una comunidad de profesores de química. *Bio-grafía*.
- Darwin, C. (1865). *The origin of species*. Edición facsimilar del original. (facsimil 1a. ed. ed.). West Hanover: Harvard University Press.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35 (3), 125–129. <https://doi.org/10.2307/4444260>
- Dos Santos Pereira, L. (2022). Biografías científicas en la enseñanza de ciencias: límites y potencialidades. *Garay-Garay, FR, Moura, C., Pereira, LS, Martínez-Rodríguez, DC, García-Muñoz, H., Arenas-Hernández, KA,... Alvarado-Acosta, DH (2021). Encuentro de Ciencias Básicas (5): El COVID-19 y sus efectos: las clases remotas y la deserción. Investigaciones enmarcadas en resultados de aprendizaje. 106 p. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.*
- Espí, J. (2015). *Charles Darwin: El Origen de las especies. El manga*. Barcelona: la otra h.
- Fernández, E. (2022). Darwin: un genio afortunado. *Revista muy interesante*, 4(4), 56-69.
- Galli, L., y Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21, 101-122.

- García, A., Manassero, M., y Vázquez, A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias* 30(1), 23-24.
- García, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- Gatica, M. (2006). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 9-23.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*. 11, (2), pp.197-212
- González, L., Adúriz, A., y Meinardi, E. (2005). El Modelo Cognitivo de Ciencia y los obstáculos en el aprendizaje de la Evolución Biológica. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-6.
- Guelero, M., y Tadeu, M. (2016). O uso de narrativas e o ensino de Biologia: análise de uma carta de Charles Darwin a Alfred Russel Wallace. *Pesquisa em Foco*, 21(1).
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. *Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés* (150-155).
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. Cap.2. En Perales, F.J. y Cañal, P. (eds). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias*, 35-64. Alcoy: Marfil, Madrid.

- Izquierdo, M., García A., Quintanilla, M., y Adúriz, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- McComas, W. (2018). The nature of science and the next generation of biology education. *American Biology Teacher*, 77(7), 485–91.
- Navarro, F., y Revel, A. (2013). *Escribir para aprender. Disciplinas y escritura en la escuela secundaria*. Paidós.
- Nelson, C. (2008). Teaching evolution (and all of biology) more effectively: Strategies for engagement, critical reasoning and confronting misconceptions. *Integrative and Comparative Biology*, v.8, p. 213-225.
- Núñez, P., Castillo, P., Hinojosa, C., Parraguez, C., y Cofré, H. (2022). Inquiry-Based Activities for Teaching about Natural Selection: Dog Evolution & the Secret Ingredient of an Amazing Experiment. *The American Biology Teacher*, 84(2), 94-99.
- OCDE (2009). PISA 2009. Assessment framework-key competencies in reading, mathematics and science. Paris: OCDE.
- Quintanilla, M. (2005). Historia de la Ciencia y formación docente: Una necesidad irreductible. *Tecné, Episteme y Didáxis. extra*, 34-43.
- Quintanilla, M., Agudelo, C., Cabrera, H., Cerquera, M., Cuellar, L., García, E., ... y Solsona, N. (2017). La historia de la ciencia en la investigación didáctica. *Aporte a la formación y el desarrollo profesional del profesorado deficiencias*. Bellaterra.
- Ribeiro, R. M. L., y Martins, I. (2007). O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de física. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13, 293-309.

Solomon, E., Berg, L., y Martin, D. (2013). *Biología*. 9va edición. MacGraw-Hill/Interamericana, México (391-392).

Vildósola, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes y la influencia de factores del aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria* (Doctoral dissertation, Universitat de Barcelona).

## Anexos

### Anexo 1

#### Pre-test y Post- test

##### Test sobre Historia y Naturaleza de la Ciencia: Inicio y Cierre de Unidad.

**Nombre:**

**Objetivo de la actividad:** Recopilar información diagnóstica y concluyente sobre la influencia de la historia y naturaleza de la ciencia en las clases de Biología realizadas durante el semestre.

**Instrucciones:**

- Lee atentamente cada afirmación antes de contestar.
- Marca con una X la respuesta que creas conveniente con responsabilidad y atendiendo a las descripciones específicas
- Si no entiendes alguna de las afirmaciones, consulta a la profesora en práctica.
- La guía debe ser devuelta a la profesora en práctica.

❖ Afirmaciones	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El conocimiento científico proporciona explicaciones certeras sobre el mundo natural.				
Los estudios en ciencias están fuertemente influenciados por contextos sociales, políticos y culturales.				
Los conceptos o teorías científicas surgen del estudio de los fenómenos cotidianos del entorno.				
Entiendo que el desarrollo del conocimiento científico es parte de un proceso de trabajo colaborativo basado en la comunicación.				
El conocimiento científico es verdadero, confiable e incuestionable.				
La ciencia trabaja en base a métodos rigurosos en los que tiene poca cabida la creatividad.				
Aprecio la ciencia y su aporte a la sociedad es muy importante para mí.				
La Teoría de la evolución me causa curiosidad				

## Anexo 2

### Instrumento de evaluación e instrucciones para la elaboración de la carta

#### Anexo 2.1. Descripción de la actividad



#### Un viaje en el tiempo: Carta al joven Charles Darwin Instrucciones y pauta de evaluación

##### Descripción de la actividad

La actividad evaluativa consiste en la redacción grupal (2 a 3 personas) de una carta dirigida al joven Charles Darwin.

¿Por qué es un viaje en el tiempo?

La idea es que en esta carta le comentes a Darwin las repercusiones que tendrá la publicación de su libro *"El origen de las especies"* en la sociedad antes de que él se embarque en el Beagle y genere los conocimientos necesarios para elaborar este escrito.



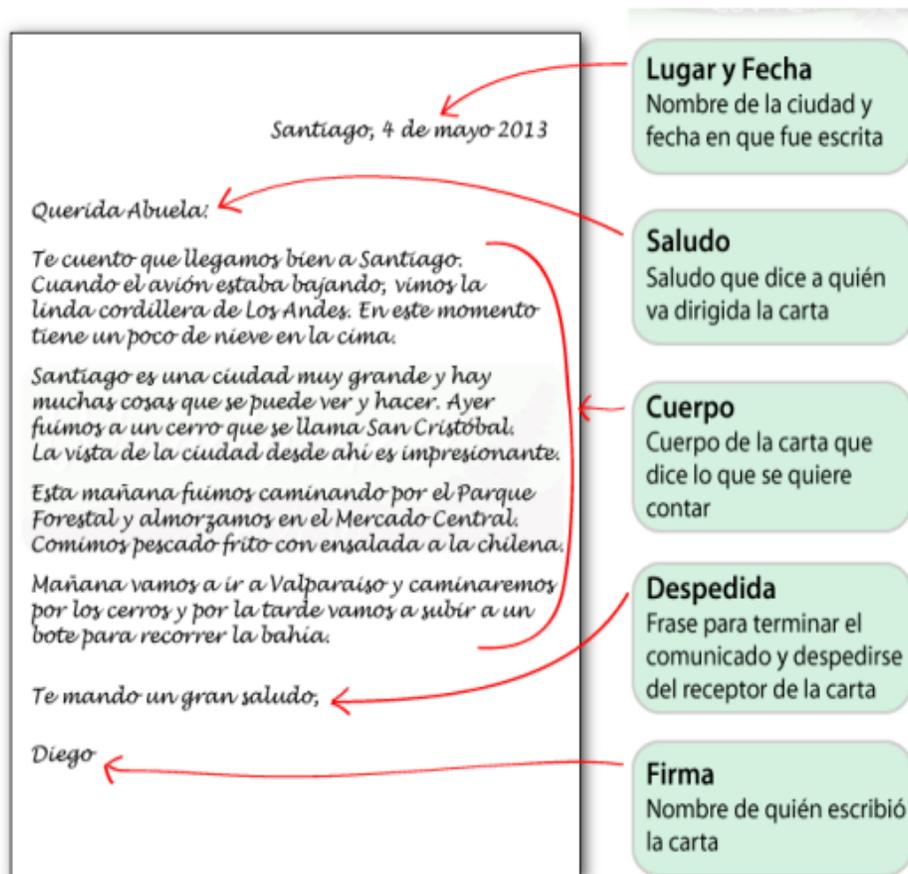
Para cumplir lo anterior, es necesario recordar lo que hemos visto y destacado en cada clase con respecto a los hechos históricos involucrados en la vida de Darwin y la publicación del libro.

Recuerda que debemos asociar la comprensión de estos sucesos históricos con las evidencias de la evolución que hemos estudiado durante este año (fósiles, selección natural, anatomía y embriología comparada).



## Anexo 2.2. ¿Cómo construir una carta?

## ¿Cómo construir una carta?



Fuente: Woodward (2013). Las partes de una carta. Recuperado de:  
<https://www.spanish.cl/vocabulario/partes-de-una-carta.htm>

## Anexo 2.3. Rúbrica de evaluación de cartas.

No presentado (0 puntos)	Por Lograr (1 punto)	Medianamente Logrado (2 puntos)	Logrado (3 puntos)
No se presenta la carta.	Se presentan errores conceptuales y no se logra entender a cabalidad lo redactado. Se presentan más de seis errores ortográficos  Cumple de manera insuficiente con lo esperado para el criterio de evaluación.	No se presentan errores conceptuales, sin embargo, no se logra entender a cabalidad lo redactado. Se presentan más de cuatro errores ortográficos.  Cumple regularmente con lo esperado para el criterio de evaluación.	No se presentan errores conceptuales y se entiende a cabalidad lo redactado.  Cumple con lo esperado para el criterio de evaluación.

Criterios de Evaluación	Descripción	Puntaje Ideal	Puntaje Obtenido
<b>Presentación y articulación de hechos históricos.</b>	La carta presenta al menos 3 hechos históricos involucrados con respecto a la vida de Charles Darwin y el viaje en el Beagle: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes del viaje ( 3 pts)</li> <li>- Durante el viaje (3 pts)</li> <li>- Después del viaje y relación con la publicación del libro "<i>El origen de las especies</i>" (3 pts).</li> </ul>	9	
<b>Estructura de la carta</b>	Se respeta la forma de escritura de una carta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- cabecera (3 pts)</li> <li>- saludo (3 pts)</li> <li>- texto (3 pts)</li> <li>- despedida (3 pts)</li> <li>- firmas (3 pts)</li> </ul>	15	
<b>Coherencia del escrito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El texto está bien organizado (3 pts)</li> <li>- Se exponen las ideas de forma clara que permite al lector establecer un hilo conductor de los hechos redactados (3 pts).</li> </ul>	6	
<b>Ortografía</b>	Se presentan como máximo 3 errores ortográficos.	3	
<b>Trabajo en clases</b>	El grupo entrega avances de la carta en las clases correspondientes de manera constante. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avance 1:</li> <li>- Avance 2:</li> <li>- Avance 3:</li> </ul>	9	
<b>Aspectos formales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fecha de entrega: La carta es entregada en la fecha correspondiente (3 pts)</li> <li>- Formato de entrega: escrito a mano (3 pts)</li> <li>- Extensión del escrito: máximo 2 planas (3 pts)</li> </ul>	9	



### Anexo 3

Consentimientos y asentimientos.

Anexo 3.1. Consentimiento para el Director del establecimiento.

Santiago, 11 de Noviembre del 2022

Sr. Ricardo Humberto Castillo Moreno  
Director Liceo Polivalente Emilia Toro de Balmaceda

Presente

Estimado Sr. Director:

En calidad de responsable me dirijo a usted para invitar a miembros de su escuela a participar en el seminario de título: *“Un viaje en el tiempo: Integración de aspectos no epistémicos de la vida de Charles Darwin y aspectos epistémicos relacionados a Unidad de Evolución”*. Se trata de un proceso de investigación que se está realizando en el marco del curso de seminario de título de la carrera de Pedagogía en Educación Media en Biología y Química que imparte la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad de Chile.

El objetivo general de la propuesta es analizar cómo la integración de aspectos epistémicos y no epistémicos de la Naturaleza de la Ciencia influye en las visiones de estudiantes de Enseñanza Media en procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.

El proceso de investigación considera la participación de las estudiantes de los cursos 1° Medio A y 1° Medio F.

Para garantizar la correcta conducción del proceso de investigación, cumpliendo los requerimientos éticos de la investigación con personas, a todos los actores invitados a participar se les solicitará su consentimiento informado, y asentimiento informado en los casos en que sea pertinente.

La participación en este estudio, como director del establecimiento educacional, considera la autorización para la realización y obtención de:

- Consentimiento informado para apoderados o tutores.
- Carta a Charles Darwin escrita por las estudiantes.
- Asentimiento informado de las estudiantes.

Estos documentos informarán detalladamente las tres instancias de recolección de datos contempladas en el proceso investigativo (instrumento diagnóstico (pre-test), carta y post-test).

Frente a cualquier duda que le suscite la participación en este proyecto, usted podrá contactarse con la académica responsable del curso de seminario de título, Dra(c) María Antonieta Órdenes Guzmán ([marordenes@uchile.cl](mailto:marordenes@uchile.cl)).

Agradezco de antemano la acogida y el valioso apoyo que usted pueda brindar a este proceso de investigación.

Saludos cordiales,

Sandra Margarita Álvarez Arenas ([sandra.alvarez.a@ug.uchile.cl](mailto:sandra.alvarez.a@ug.uchile.cl)): Estudiante de Pedagogía en Educación Media Biología y Química: Responsable del Proceso de Investigación.

Nota: El título del seminario presentó ajustes posteriores a la distribución de los consentimientos y asentimientos correspondientes en el centro educativo. Es por esta razón que en los anexos se presenta el título antiguo de este trabajo.

**AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DEL ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL**

Yo \_\_\_\_\_, Director del establecimiento educacional \_\_\_\_\_, autorizo y apoyo la participación de este establecimiento en el Seminario de Título: *“Un viaje en el tiempo: Integración de aspectos no epistémicos de la vida de Charles Darwin y aspectos epistémicos relacionados a Unidad de Evolución”*. El propósito y naturaleza de la investigación me han sido informados y explicados por la responsable del proceso de investigación, estudiante Sandra Margarita Álvarez Arenas.

Me han quedado claras las implicancias de la participación de nuestro establecimiento en el proceso de investigación y se me ha informado de la posibilidad de contactar ante cualquier duda a la profesora responsable del curso de Seminario de Título, Dra(c) María Antonieta Órdenes Guzmán ([marordenes@uchile.cl](mailto:marordenes@uchile.cl)).

Firma Director: \_\_\_\_\_

### Anexo 3.2. Consentimiento para apoderados(as).

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo \_\_\_\_\_ declaro que he sido informado/a sobre la participación de mi pupila en el seminario de título: *“Un viaje en el tiempo: Integración de aspectos no epistémicos de la vida de Charles Darwin y aspectos epistémicos relacionados a Unidad de Evolución”*. Este es un proceso de investigación que realizará la estudiante en práctica Sandra Álvarez en la compañía del profesor guía de la asignatura de Biología Cristian Méndez.

Entiendo que este consentimiento informado autoriza a la Licenciada en Ciencias Naturales y estudiante en práctica Sandra Álvarez Arenas, quien pertenece a la carrera Pedagogía en Educación Media en Biología y Química de la Universidad de Chile a realizar tres instancias de recolección de datos contempladas en el proceso investigativo (instrumento diagnóstico (pre-test), carta a Charles Darwin y post-test) que implica el análisis de las respuestas de las estudiantes a estas actividades manteniendo su **ANONIMATO Y CONFIDENCIALIDAD** en dicho proceso.

El objetivo general de la propuesta es analizar cómo la integración de aspectos epistémicos y no epistémicos de la Naturaleza de la Ciencia influye en las visiones de estudiantes de Enseñanza Media en procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.

Toda la información que nos proporcione su pupila y las mediciones que realicemos ayudarán a la realización del proceso de investigación que permitirá defender el seminario de título para el egreso de la estudiante en práctica Sandra Álvarez.

La información proporcionada es de carácter **CONFIDENCIAL**. Esto quiere decir que las respuestas a las actividades no serán visualizados ni analizados por nadie más que la estudiante de pedagogía en práctica.

Acepto voluntariamente que mi pupila participe de este seminario de título y acepto que he recibido una copia del presente documento.

\_\_\_\_\_  
Firma apoderado/a

\_\_\_\_\_  
Sandra Margarita Álvarez Arenas ([sandra.alvarez.a@ug.uchile.cl](mailto:sandra.alvarez.a@ug.uchile.cl))

Estudiante de Pedagogía en Educación Media  
Biología y Química

Responsable del Proceso de Investigación

Nota: El título del seminario presentó ajustes posteriores a la distribución de los consentimientos y asentimientos correspondientes en el centro educativo. Es por esta razón que en los anexos se presenta el título antiguo de este trabajo.

### Anexo 3.3. Asentimiento para estudiantes.

#### **PARTICIPACIÓN EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO**

##### **“Un viaje en el tiempo: Integración de aspectos no epistémicos de la vida de Charles Darwin y aspectos epistémicos relacionados a Unidad de Evolución “**

Junto con saludar, me dirijo a ti con el propósito de hacerle extensiva la invitación a participar. Se trata de un proyecto de participar en el seminario de título: *“Un viaje en el tiempo: Integración de aspectos no epistémicos de la vida de Charles Darwin y aspectos epistémicos relacionados a Unidad de Evolución”*. Se trata de un proceso de investigación que se está realizando en el marco del curso de seminario de título de la carrera de Pedagogía en Educación Media en Biología y Química que imparte la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad de Chile.

El objetivo general de la propuesta es analizar cómo la integración de aspectos epistémicos y no epistémicos de la Naturaleza de la Ciencia influye en las visiones de estudiantes de Enseñanza Media en procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.

Tu participación en el estudio consistiría en las respuestas de las diversas actividades aplicadas en las clases de Biología, las cuales serán analizadas para este proyecto de investigación.

Toda la información que nos proporciones contribuirán al proceso investigativo, lo que permitirá defender este seminario de título para el egreso de la profesora practicante Sandra Álvarez. La información proporcionada es de carácter **CONFIDENCIAL**, esto quiere decir que tus respuestas a las actividades no serán visualizadas ni analizadas por nadie más que la estudiante de pedagogía en práctica.

Si aceptas participar, te pido que por favor firmes y escribas tu nombre en los espacios señalados a continuación.

Si no deseas participar, no firmes ni escribas tu nombre.

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nota: El título del seminario presentó ajustes posteriores a la distribución de los consentimientos y asentimientos correspondientes en el centro educativo. Es por esta razón que en los anexos se presenta el título antiguo de este trabajo.