

[Cierre de edición el 01 de Enero del 2023]

<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>  
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

## Aprendiendo ciencias desde la infancia a la adultez: Historias de vida del estudiantado doctoral chileno y estadounidense en relación con sus experiencias y visiones sobre la naturaleza de la ciencia abierta y cerrada

*Learning Science From Childhood to Adulthood: Life Stories of Chilean and American Doctoral Students in Relation to Their Experiences and Visions About the Nature of Open and Closed Science*

*Aprendendo ciências desde a infância até a idade adulta: histórias de vida de doutorandos chilenos e americanos em relação às suas experiências e visões sobre a natureza da ciência aberta e fechada*



Marta Alejandra Silva-Fernández  
Universidad Austral de Chile  
Valdivia, Chile  
[marta.silva@uach.cl](mailto:marta.silva@uach.cl)

 <https://orcid.org/0000-0002-8323-3314>

Paulina Constanza Sanzana-Müller  
Universidad Austral de Chile  
Valdivia, Chile

 [paulina.sanzana@alumnos.uach.cl](mailto:paulina.sanzana@alumnos.uach.cl)  
<https://orcid.org/0000-0001-7609-606X>

Recibido • Received • Recebido: 17 / 09 / 2020  
Corregido • Revised • Revisado: 14 / 11 / 2022  
Aceptado • Accepted • Aprovado: 14 / 12 / 2022

### Resumen:

**Objetivo.** El propósito de este trabajo fue explorar cómo el estudiantado de doctorado en los Estados Unidos y Chile ha experimentado su carrera en las ciencias de la vida, y cómo ha percibido la naturaleza de la ciencia (NdeC) a lo largo de sus vidas, incluyendo sus actividades como estudiantes de doctorado trabajando en laboratorios. **Metodología.** El diseño narrativo de este estudio cualitativo contempló hacer entrevistas individuales del tipo historia de vida a 10 estudiantes doctorales de Chile y 10 estadounidenses, aplicándoseles un cuestionario semi-estructurado que ahondaban sobre sus experiencias al aprender ciencias desde la niñez a la adultez. El trabajo con los datos se realizó a partir de un análisis temático combinado con el uso de un software de análisis cualitativo para codificar las entrevistas transcritas. **Análisis de los resultados:** El análisis mostró que el proceso de socialización en la práctica de hacer ciencia fue similar para el estudiantado chileno y estadounidense en cuanto a las distintas etapas de la vida, particularmente en la etapa del doctorado, donde las personas



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

entrevistadas se refirieron a la creatividad como una característica de la NdeC. **Conclusiones.** Esto plantea una reflexión sobre el rol que tiene la familia, el profesorado, la escuela, la universidad y el profesorado guías como agentes socializadores en ciencia en diversas culturas.

**Palabras claves:** Educación universitaria; enseñanza de las ciencias; estudio cualitativo; educación formal; educación informal; naturaleza de las ciencias.

### Abstract

**Objective.** The purpose of this research was to explore how doctoral students in the United States and Chile have experienced their careers in the life sciences, and how they have perceived the nature of science (NoS) throughout their lives, including their activities as doctoral students working in laboratories. **Methodology.** The narrative design of this qualitative study included individual life story interviews with 10 Chilean and 10 American doctoral students; it was applied a semi-structured questionnaire that delved into their experiences of learning science from childhood to adulthood. The work with the collected data was carried out from a thematic analysis combined with the use of qualitative analysis software to codify the transcribed interviews. **Analysis of results.** The socialization process in the practice of doing science was similar for Chilean and American students in terms of the different stages of life, particularly in the doctorate stage, where the interviewees referred to creativity as a characteristic of the NoS. **Conclusions.** This raises a discussion on the role of the family, teachers, school, university, and teacher guides as socializing agents in science in different cultures.

**Keywords:** Higher education; learning science; qualitative study; formal education; informal education; nature of science.

### Resumo:

**Objetivo.** O objetivo desta pesquisa foi explorar como os estudantes de doutorado dos Estados Unidos e do Chile vivenciaram suas carreiras nas ciências da vida e como eles perceberam a natureza da ciência (NdaC) ao longo de suas vidas, incluindo suas atividades como estudantes de doutorado trabalhando em laboratórios. **Metodologia.** O desenho narrativo deste estudo qualitativo contemplou a realização de entrevistas individuais de história de vida com 10 doutorandos chilenos e 10 americanos, aplicando um questionário semiestruturado que aprofundou suas experiências de aprendizagem de ciências desde a infância até a idade adulta. O trabalho com os dados foi realizado a partir de uma análise temática aliada à utilização de um software de análise qualitativa para a codificação das entrevistas transcritas. **Análise de resultados.** O processo de socialização na prática de fazer ciência foi semelhante para os estudantes chilenos e americanos nas diferentes etapas da vida, principalmente no doutorado, onde os entrevistados referiram a criatividade como uma característica da NdaC. **Conclusões.** Isso suscita uma discussão sobre o papel da família, dos professores, da escola, da universidade e dos guias docentes como agentes socializadores da ciência em diferentes culturas.

**Palavras-chave:** Educação universitária; ensino de ciencias; estudo qualitativo; educação formal; educação informal; natureza das ciencias.



## Introducción

Este estudio exploró cómo el estudiantado de doctorado en los Estados Unidos y Chile han estado experimentando su carrera en las ciencias de la vida y percibiendo la naturaleza de la ciencia (NdeC) a lo largo de sus vidas. Las preguntas de investigación para este estudio fueron: ¿Cómo influyeron la educación formal e informal en el estudiantado de doctorado para seguir una carrera científica en diferentes etapas de la vida en Estados Unidos y Chile?, ¿Qué visiones de la NdeC fueron desarrolladas a través del tiempo? La trascendencia de estas preguntas está relacionada con la comprensión de las diferentes prácticas y eventos de la vida que influyen en las personas a la hora de elegir la ciencia como profesión. En términos de estudios centrados en el aprendizaje y socialización en ciencias trabajan la motivación temprana en contextos formales, estos sugieren que es más fácil socializar y motivar a las niñas y niños a aprender ciencias a una edad temprana porque tienen una curiosidad intrínseca en el medio que les rodea (Andre et al., 2017; Guilherme et al., 2016; Wilson, 2018). Variados estudios indican que las niñas y niños tienden a tener una actitud positiva cuando aprenden ciencias en la educación primaria (Ainley y Ainley, 2011; Hacieminoglu, 2016). Sin embargo, también se ha reportado que cuando el estudiantado comienza la enseñanza secundaria, existe un declive de las actitudes positivas (Wang et al., 2017). Otro grupo de estudios concluyen que quienes mantienen interés en ciencia durante la enseñanza secundaria es porque disfrutaban de actividades relacionadas con la ciencia fuera de la escuela, como arreglar computadores u observando animales en actividades al aire libre, junto a familia y amigos (Ainley y Ainley, 2011; Chen et al. 2019).

Algunos estudios que trabajan la socialización de estudiantes doctorales en ciencia son abordados solo en el periodo de postgrado (Jeong et al., 2019; Maher et al., 2019). Maher et al. (2019) ahondó en cómo el estudiantado doctoral aprende el quehacer científico en un laboratorio de biología. Entre los aprendizajes están el uso de redes formales e informales de información, búsqueda de financiamiento y la relación con el profesorado tutor. Por su parte, Jeong et al. (2019) resaltaron los aspectos afectivos y experienciales como el sentido de pertenencia y la satisfacción con el desarrollo académico. Ambos estudios, si bien trabajan el concepto de socialización, no lo hacen considerando la historia previa al ingreso a un posgrado, como son las experiencias aprendiendo ciencia en la escuela primaria o secundaria, o en la educación no formal. No obstante, los estudios presentados no proveen de datos desde la perspectiva de la historia de vida, esto es, desde la niñez hasta la adultez, ni de las visiones de la (NdeC) que el estudiantado de doctorado ha ido teniendo en sus trayectorias.

De esta forma, el propósito de esta investigación es contribuir en la ampliación del conocimiento de las investigaciones previas sobre la socialización en la ciencia, esto es, en diferentes etapas de la educación formal e informal al considerar de manera integral la trayectoria de vida del estudiantado de postgrado. Se pretende contribuir, principalmente, al cuerpo de conocimientos sobre los puntos de transición a la hora de tomar decisiones para estudiar ciencias, por ejemplo, sobre cómo fue el periodo de tránsito entre la enseñanza secundaria a la universitaria.



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

En su mayoría, los estudios revisados se centran en etapas específicas de la vida, prestándose poca atención a los períodos de transición que experimenta el estudiantado de ciencias, a fin de considerar por ejemplo, lo que afecta su motivación, y ayuda a determinar si continuarán con una carrera en el campo de la ciencia (Holland y Thomson, 2009; Rocchietti et al., 2016). Investigaciones previas muestran las diferentes formas en que niños, niñas, adolescentes y jóvenes muestran motivación, compromiso e interés en aprender y dedicarse a la ciencia; sin embargo, se necesita más evidencia sobre el proceso de convertirse en científico o científica, considerando puntos de inflexión al tomar decisiones para dedicarse a la ciencia y sobre cómo han sido las visiones de la NdeC, por ejemplo, (Archer et al., 2010; Archer y DeWitt, 2016; Barak et al., 2011; Bell et al., 2009; Yang et al., 2016). Es, además, importante conocer la noción NdeC, la cual se define como un conjunto de características propias de la ciencia como, por ejemplo, el conocimiento científico es: tentativo, es empírico (basado en la observación del mundo natural), es imaginativo y creativo, y es una construcción social, entre otros (Lederman, et al. 2002). A partir de este concepto, se tiene conocimiento sobre la NdeC que el estudiantado de postgrado ha ido cultivando a lo largo de sus vidas, lo que reviste de importancia porque las visiones que tenga impactarán en sus identidades profesionales. Ahora bien, en relación con los estudios sobre las visiones del estudiantado graduado respecto de la NdeC, estos aún son un tema de escasa discusión en el corpus de investigaciones sobre experiencias de estudiantado de postgrado en ciencias.

Por otro lado, existe un conjunto de investigaciones desarrolladas, sobre cómo las personas científicas profesionales perciben sus procesos de hacer trabajo en ciencias mientras realizan sus investigaciones; sin embargo, se sabe poco acerca de cómo el estudiantado de postgrado percibe la naturaleza de la producción de conocimiento científico a lo largo de sus carreras, por ejemplo (Blaney et al., 2020; Cumming, 2009; Delamont y Atkinson, 2001; Delamont et al., 2000; Maher et al., 2019; Wheeler et al., 2019). Para interpretar los resultados de este estudio se utilizaron los conceptos teóricos de la NdeC, dados por una visión de ciencia *abierta/pública*, estas con el conjunto de visiones menos sofisticadas e ingenuas de la NdeC y ciencia *cerrada/privada*, un conjunto de visiones más o altamente sofisticadas de la NdeC derivada del trabajo de Elkana (2000). La visión de la ciencia *abierta/pública* consiste en una descripción estática de la ciencia ideal formulada axiomáticamente, es un ejercicio de lógica, valioso como tal, pero que no tiene nada que ver con la ciencia en la realidad, pues esta lógica no puede dar cuenta de lo que se llama 'ciencia en proceso' (Elkana, 2000). Este concepto abarca la visión estereotipada de la ciencia, una visión ingenua relacionada, por ejemplo, con que la ciencia es apolítica, neutral, usa el método científico de manera rígida, etc., y visiones menos sofisticadas de la NdeC como, por ejemplo, la ciencia entendida como la búsqueda de la verdad, la idea de que la ciencia se hace en solitario, o del *hombre científico loco*. Mientras que la concepción de ciencia *privada/cerrada* es la ciencia desarrollada cada día por científicos y científicas donde no hay control lógico, no es unívoco, no es público. Solo se puede abordar a través de casos individuales y no de la generalización del pensamiento, está construida de varios y ricos lenguajes privados, por

ejemplo, el género narrativo de la escritura de las publicaciones, la ciencia es un proceso creativo, la ciencia está estrechamente ligada con la política, la ciencia se construye colectivamente, etc. (Elkana, 2000). En definitiva, este punto de vista comprende visiones de la ciencia como una construcción social.

La perspectiva comparativa de este estudio ayudará a comprender cómo el estudiantado de dos países desarrollan interés en el aprendizaje de las ciencias a lo largo de su vida. Se han realizado investigaciones previas sobre cómo el estudiantado está motivado para estudiar ciencias en países altamente desarrollados, incluyendo Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá, y Finlandia, entre otros (Domert et al., 2007; Owens et al., 2020). No obstante, los estudios que consideren la comparación con algún país latinoamericano son casi inexistentes.

## Materiales y métodos

La historia de vida es un tipo de entrevista en profundidad que busca entender de manera holística cómo una persona ha experimentado fenómenos o procesos a lo largo de su vida (Atkinson, 2002). Es entendida como una historia escogida para ser contada por una persona, en tanto una narrativa que recuerde y que quiera compartir (Lewis-Beck et al., 2003). Para esta investigación se eligió, porque permitía ahondar detalladamente en el procesos de motivarse a aprender ciencia desde una edad temprana hasta la adultez como estudiantes doctorales. Para ellos se entrevistaron a 10 estudiantes de doctorado hombres y mujeres en ciencias de la vida en Chile y 10 en los Estados Unidos pertenecientes a dos universidades que tenían una importante oferta de programas doctorales relacionados con ciencias de la vida y con una cantidad similar de estudiantes a nivel de pre y postgrado (alrededor de 11 000). El muestreo fue intencional (Lunenburg e Irvy, 2008), esto es, las participantes y los participantes se reclutaron por medio del envío de correos electrónicos a estudiantes de doctorado de ambas universidades, gracias a la información entregada por la dirección de estudios de postgrado en la universidad chilena y por medio del llamado a personas voluntarias realizado por afiches pegados en el campus de la universidad estadounidense. El criterio de inclusión fue que hayan estado cursando sus últimos años en sus programas de doctorado y que hayan estudiado desde la educación primaria a la de postgrado en sus respectivos países para asegurar plena socialización en sus respectivas culturas de tal forma de identificar de mejor forma las posibles diferencias en el proceso de socialización. Las entrevistas se realizaron en una oficina de investigación en ambas universidades, se aplicó un conjunto de preguntas semiestructuradas y abiertas sobre el aprendizaje de las ciencias desde la niñez hasta la edad adulta.

Las entrevistas fueron en español en Chile y en inglés en Estados Unidos, y se grabaron y transcribieron en su totalidad para su análisis en tres procesos que se conjugan para lo que Namey et al. (2008) llama *reducción de datos*: (1) Se realizó una lectura reiterada de cada entrevista



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

para identificar temas transversales y particularidades. Esta lectura se realizó por grupo, esto es, primero se leyeron las entrevistas al grupo chileno y luego al estadounidense con el propósito de ir evidenciando con mayor claridad las posibles diferencias y similitudes en sus narrativas. (2) Paralelamente se realizaron resúmenes de cada entrevista para ir relevando de manera sucinta los principales aspectos e hitos que destacaron los sujetos participantes en sus relatos sobre el aprendizaje y motivación en ciencias. (3) A partir de las reiteradas lecturas se generó un libro de códigos, listado que permitió la codificación de las 20 entrevistas por medio del uso del software de análisis cualitativo denominado QDA Hyper Research (Holland y Thomson, 2009; Saldaña, 2009). Al libro de codificación se añadieron códigos que emergieron durante la codificación. Los criterios de análisis consistieron en dar cuenta de 3 ejes temáticos dados por (1) la infancia, donde se juega a hacer ciencia, (2) la juventud, donde se estudia ciencia, y (3) la adultez, donde se practica ciencia. Estos tres ejes temáticos configuraron la emergencia de la línea general de análisis dada por el concepto de NdeC. En referencia a la validez de los resultados, esto es, velar porque los resultados “reflejen” una imagen lo más completa posible, clara y representativa de las narrativas realizadas, se dio por la triangulación de los resultados con otros estudios previos y con la comunicación de otras investigaciones de especialistas en el área. Sumado a lo anterior, se encontró consistencia interna en los relatos al evidenciar que los ejes temáticos se reflejaban en la gran mayoría de las entrevistas.

Respecto del instrumento, el protocolo de las entrevistas se dividió en 3 áreas: niñez (enseñanza primaria), juventud (enseñanza secundaria) y adultez (enseñanza de pre y post grado). Cada etapa contenía preguntas semi abiertas, de esta forma el instrumento consignó alrededor de 5 preguntas por etapa. A continuación se indicarán, como ejemplo, algunas de las preguntas del instrumentos que ilustran algunos de los puntos centrales de indagación en cada etapa. Por ejemplo, en la sección de niñez se propusieron temas para que las personas entrevistadas se expresaran, como: relación con la familia, con el profesorado, ¿cuáles son tus primeros recuerdos aprendiendo ciencias? En la sección de juventud se ahondó sobre el tránsito entre la enseñanza secundaria y la universidad, se realizaron preguntas como: ¿Qué factores piensas tú que te motivaron a ingresar a una licenciatura en ciencias? ¿Cómo ha sido la experiencia con sus docentes? Finalmente, en la etapa de la adultez se preguntó sobre la rutina en el laboratorio, la relación con el profesorado tutor y sus proyecciones a futuro. Es importante señalar que en todas las etapas se preguntó: ¿Qué pensaba sobre lo que era la ciencia?, para develar concepciones de la naturaleza de la ciencia.

La mayoría de quienes participaron se mostraron muy interesados en responder al cuestionario. De hecho, muchas de estas personas expresaron que las preguntas eran relevantes ya que les hicieron reflexionar acerca de temas que nunca se habían planteado, pero que son importantes en sus vidas tales como la influencia de sus familias, del profesorado y de su grupo de pares en su interés por la ciencia.



## Resultados

La educación formal e informal de estudiantado chileno y estadounidense fue percibida como influyente para seguir una carrera científica en diferentes etapas de la vida. En este proceso se develaron dos conceptos importantes de la NdeC como son el aprendizaje a lo largo de la vida de las visiones de la ciencia *abierta/pública* y *privada/cerrada* (Elkana, 2000). En este contexto, el análisis arrojó visiones de la ciencia en distintas etapas. La primera etapa, en la niñez (5-12 años), tanto en la educación formal como no formal, las personas entrevistadas manifestaron que sus personalidades se caracterizaron por ser curiosas e inquisitivas acerca de diferentes fenómenos naturales. Esto dejó ver que la ciencia era una actividad divertida e interesante, guiada por la objetividad del método científico reflejado en programas de televisión como los documentales (visión de la ciencia *abierta/pública*). Así lo ilustra Ana, chilena, quien enfatizó el gusto por jugar a hacer ciencia y entretenerse con programas de televisión; al respecto señaló que *Todos los sábados veíamos [con mi familia] los documentales de Jacques Cousteau ... era sagrado*. Durante las clases de ciencia se hacían actividades interactivas, como por ejemplo, el ver crecer un poroto sobre un pedazo de algodón o el crear un volcán a través de sustancias químicas, entre otras. Frente a este tipo de didáctica, las personas participantes manifestaron que se sentían más *bien jugando a hacer ciencias*.

En la segunda etapa, la adolescencia (13-18 años), las personas participantes estudiaron la ciencia en enseñanza secundaria donde también dejaron entrever que tenían una visión de la *ciencia abierta/pública*; esto es, la ciencia también era concebida como un set rígido de pasos a seguir. En este sentido, ciencias pasó a ser un ramo donde ya no se jugaba sino que se estudiaba, resaltando el rol del profesorado en este proceso: *La profesora daba clases buenas y completas, respondía todas mis preguntas, a veces le hacía preguntas complicadas y supo responderlas...* (John, norteamericano). En este sentido, este periodo se denomina *estudiar ciencia*.

Luego en la tercera etapa, la juventud (19-30 años aproximadamente), ocurre la transición desde el pregrado al postgrado, donde las entrevistas dan cuenta de la complejidad de la carrera, explican que ya no solo se *estudiaba ciencia* sino que la *practicaban*, tal como se hace en equipos de investigación, particularmente, en sus últimos años, periodo en que deben hacer una investigación de tesis con la guía tutorial. Así lo señaló Gaspar (chileno), quien explicaba que estaba muy feliz de estudiar su programa porque sentía que estaba estudiando algo que realmente disfrutaba. Por ejemplo, recordó los seminarios en los que se discutían artículos, ... *los leíamos y discutíamos, ... sobre cómo cambian las cosas en la ciencia, quiero decir... cómo un nuevo hallazgo podría hacer obsoleto algo que pensaba que estaba declarado como conocimiento*. En este contexto es donde, a nivel de postgrado, los entrevistados y las entrevistadas gradualmente fueron aprendiendo la visión de la ciencia *cerrada-privada*, perspectiva alimentada principalmente por practicar la ciencia en un laboratorio con un equipo de investigación. Aquí la ciencia se percibió más como una construcción social y no como un concepto estático, esto es *ciencia abierta/pública*. En este sentido, las personas participantes manifestaron que el punto

<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

de inflexión para estudiar un doctorado fue hacer una investigación de tesis en un laboratorio, en otras palabras, el cambio ocurrió cuando comenzaron a *practicar la ciencia*.

Reafirmando el concepto de ciencia *cerrada/privada*, el proceso de socialización dado en la etapa del postgrado mostró que en la mayoría de los laboratorios, en los que participaban las personas informantes de las universidades chilenas y estadounidenses, se producía un proceso de negociación entre lo que pueden elegir hacer por sí misma cada persona, y lo que se les exige hacer, debido a la estructura jerárquica de los laboratorios encabezada por el ente investigador principal, quien decide. Los conceptos de la NdeC más desarrollados en las respuestas fueron la creatividad y la colaboración del equipo, ambos fueron fomentados o restringidos por las personas investigadoras principales que, en la mayoría de los casos, era el profesorado guía de las personas entrevistadas. Al respecto, Paula, una estudiante chilena de microbiología, expresó que la creatividad era posible en equipo siempre que el jefe (director del laboratorio) le diera cabida, tal como indica su testimonio:

*[La creatividad] es posible, pero en un ambiente relajado, cuando tu jefe no te pone ni te categoriza en un solo tema (o área) ... depende del jefe, yo diría que en general tratan de dar libertad al equipo, porque es importante para la creatividad, porque si no tienes tiempo, sería como un trabajo mecánico, ... a veces hay que hacer lo que hay que hacer, ... no hay espacio para pensamiento creativo. (Paula)*

De esta forma, se puede inferir que ambos grupos entrevistados vivieron, en general, procesos similares de socialización en ciencias. En una primera etapa, en la infancia, tanto para el estudiantado norteamericano, como para las personas chilenas, la familia como parte de la educación informal fue fundamental para comenzar el interés en ciencia, junto a la educación formal donde se *jugaba hacer ciencia*; en el caso del estudiantado norteamericano también fue influenciado de manera importante por las actividades del colegio luego y por la familia, en la etapa de la adolescencia; para ambos grupos, las experiencias en la educación formal fueron clave (*estudiar ciencia*), particularmente en el proceso de transición a la hora de elegir el estudiantado comienza a vivir la ciencia (*practicar ciencia*), especialmente en sus tesis de grado donde viven una suerte de tránsito entre lo que significa *estudiar ciencia* y *hacer ciencia*, ambos conceptos reflejan lo que significa pasar de una concepción de *ciencia abierta/pública* a una *cerrada/privada*.

En cuanto a las opiniones sobre el NdeC, de quienes participaron, el análisis realizado muestra que el estudiantado chileno y estadounidense tenían puntos de vista similares a lo largo de sus diferentes etapas de vida escolar. La principal etapa de transición se identificó por un cambio en la NdeC que pasó de lo *público/abierto* en la escuela secundaria a lo *privado/cerrado* en la etapa del pregrado. Además, muchas de las personas participantes de ambos países pasaron por una etapa donde se generó un cambio entre una concepción de ciencia



que se creía idealizada o estereotipada, *público/abierto*, y una ciencia más real o más sofisticada *privada/cerrada*, así lo expresa Sophie, estudiante de posgrado estadounidense, quien tenía una visión más ingenua de la ciencia como un esfuerzo humano que ayuda a mejorar.

*Mejorar las condiciones de vida... la ciencia logra hacer cosas... por ejemplo, comparar la ciencia con la filosofía, ... los científicos logran cosas, así es como yo veo... a un filósofo, por ejemplo, quien podría sentarse y pensar todo el día... pero cualquiera podría hacer eso. (Sophie)*

El análisis de los datos muestra que existe un cambio de valores, prácticas y creencias sobre la ciencia, con el fin de construir las identidades de las personas participantes como futuros científicos y científicas dentro de sus respectivas comunidades. Por ejemplo, al estudiar su posgrado, algunas personas informantes aprendieron el predominio de un enfoque orientado a objetivos en sus respectivos equipos de investigación en términos de conseguir que se publiquen artículos para acceder a más financiamiento, hecho que muchas veces parece contradecir los valores que tenían las personas informantes en términos de una ciencia pura y financieramente desinteresada (visión *abierta/pública* de la ciencia) (Elkana, 2000); también fue importante el rol del profesorado guía para las personas entrevistadas, ya que enseñaron a pensar y practicar la ciencia tanto en los aspectos técnicos como en los sociales, los cuales se encuentran incluidos en la ciencia (*cerrada/pública*) de la NdeC.

El análisis de las entrevistas también mostró que las similitudes del proceso de socialización de la ciencia en Chile y los Estados Unidos parecen superar algunas diferencias relacionadas con la enseñanza del currículo, el cual está más centrado en el profesorado que en el estudiantado y más centrado en el estudiantado, respectivamente. La principal similitud, entonces, está en el proceso de experimentar el aprendizaje y la práctica de la ciencia en las tres etapas: (1) cuando son niños y niñas viven la ciencia como un juego (esto es *jugar a hacer ciencia*, como fueron las actividades con familiares en casa y en la escuela primaria; (2) en la etapa secundaria, y en el pregrado ambos grupos manifestaron disfrutar de la ciencia y desarrollaron el interés por seguirla como carrera, esta etapa se denomina *estudiar ciencia*; (3) en la etapa del postgrado la mayoría de las personas entrevistadas manifestaron que fue un periodo exigente, pero interesante; en este periodo se puede decir que las personas participantes practican la ciencia y la entienden como socialmente construida, esto es, ver la ciencia con las complejidades propias de su construcción.

Los hallazgos coincidieron con algunos estudios previos en cuanto a la importancia del papel de los padres, madres y parientes, y la exposición que dan a la niñez en los recursos científicos, tales como la participación en diversas actividades científicas, como hacer excursiones y ver programas científicos de televisión (Baram-Tsabari y Yarden, 2005; Chakraverty et al., 2018; Özkan y Umdu Topsakal, 2020). Durante los estudios de posgrado, hubo un cambio desde la ciencia aprendida en la escuela secundaria y hacia la ciencia practicada en el posgrado, esto es respaldado por algunos estudios como los de Kang (2020) y Toth (2019).



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>  
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

Ahora bien, uno de los hallazgos más importantes que hace este proyecto son las vivencias en la etapa doctoral respecto al concepto de creatividad. Ambos grupos se refirieron a la creatividad en ciencias. Este concepto se develó como parte de la NdeC referido a la *ciencia cerrada/pública* (Elkana, 2000). Las personas entrevistadas manifestaron que la creatividad es parte del proceso de hacer ciencia, pero que no necesariamente es una característica que se pueda cultivar; dependería del investigador o investigadora principal del laboratorio cuando permite o no el desarrollo de esta, lo cual deja entrever, entonces, una visión mucho más compleja de la actividad científica (Simonton, 2004).

## Conclusiones

Este estudio intenta ser una contribución académica al conocimiento sobre el proceso de convertirse en científico o científica a lo largo de la vida en dos países, para lo cual se considera el procesos de encantarse con la ciencia en diferentes etapas de la vida y, a su vez, considera los conceptos de la NdeC que van desarrollando a lo largo de su trayectoria de vida.

De esta forma, se puede inferir que ambos grupos de entrevistados vivieron, en general, un proceso similar de socialización en ciencias; en una primera etapa, en la infancia, ambos grupos de estudiantes fueron influenciados e influenciadas de manera importante por las actividades del colegio y por la familia, ambos factores fundamentales para comenzar el interés en ciencia (*jugar a hacer ciencia*); luego, en la etapa de la adolescencia, para ambos grupos, las experiencias en la educación formal fueron importantes (*estudiar ciencia*), particularmente en el proceso de transición a la hora de elegir estudiar ciencias en la universidad. Finalmente es en la universidad, donde el estudiantado comienza a vivir la ciencia (*practicar ciencia*), especialmente en sus tesis de grado, donde experimentan un cambio entre lo que significa *practicar ciencia* y *hacer ciencia*, ambos conceptos pasan de una concepción de *ciencia abierta/pública* a una *cerrada/privada* (Elkana, 2000). En cuanto a las implicaciones para los educadores y las educadoras de ciencias en diferentes niveles de educación, estos hallazgos aumentan la conciencia de la importancia del papel de los maestros y las maestras de ciencias y de las actividades científicas informales con los padres, madres y familiares para desarrollar la motivación positiva del estudiantado hacia la ciencia (Cheng et al., 2020; Özkan y Umdu Topsakal, 2020); a este respecto, la escuela secundaria sería periodo crucial en el que el estudiantado podría decidir si seguir o no la ciencia; por lo tanto, el profesorado de ciencias debe ser consciente de cómo sus propios valores y puntos de vista sobre el NdeC pueden influir en los puntos de vista de sus estudiantes (Kartal et al., 2018; Mulvey et al., 2016). Esto tiene implicancias a nivel de política pública que propicie un debate para tomar acción respecto a fomentar carreras científicas para que el país genere conocimiento teórico práctico sobre problemáticas de preocupación situada y territorial, como son en el caso de Chile, por ejemplo, el deterioro del medioambiente a raíz de la economía extractivista que impera actualmente. No solo la generación de más personal científico será importante, sino también la formación de una ciudadanía científicamente alfabetizada para construir sociedades más justas, democráticas e inclusivas.

A nivel de pregrado, se sugiere que el personal docente revise el plan de estudios y sus prácticas pedagógicas para asegurar que el estudiantado que decida terminar su carrera pueda hacerlo, y no ocurra que la ciencia la perciba como extremadamente difícil al punto de tener que abandonarla. Esto tiene relación con las políticas universitarias referentes a la retención del estudiantado en áreas de ciencias y con la formación en docencia universitaria del profesorado en ciencias, las cuales deben apuntar a hacer de las carreras de ciencias espacios de aprendizaje significativo y de seguridad para promover el término exitoso de los programas. A nivel de posgrado, podría ser importante revisar los resultados educativos deseados para fomentar los procesos creativos y el trabajo en equipo, además de capacitar al profesorado para que pueda ayudar mejor a sus estudiantes de doctorado, a fin de que tengan confianza en sus propias ideas para desarrollarlas. En definitiva, las narrativas del estudiantado de posgrado sugieren la existencia de una mayor discusión e investigación respecto a los factores que impactan el interés y motivación por estudiar ciencias, de tal forma de informar políticas curriculares que permitan una construcción de currículo que propicie el gusto por aprender e interesarse en la ciencia.

### Declaración de contribuciones

Las personas autoras declaran que han contribuido en los siguientes roles: **M. A. S. F.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **P. C. S. M.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación.

### Declaración de financiamiento

Este trabajo fue financiado por ANID – Programa Iniciativa Científica Milenio - NCS2021\_081.

### Referencias

- Ainley, M. y Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001>
- Andre, L., Durksen, T. y Volman, M. L. (2017). Museums as avenues of learning for children: A decade of research. *Learning Environments Research*, 20(1), 47-76. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9222-9>



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>  
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

- Archer, L. y DeWitt, J. (2016). *Understanding young people's science aspirations: How students form ideas about 'becoming a scientist'*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315761077>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. y Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617-639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>
- Atkinson, R. (2002). The life story interview. En J. F. Gubrium y J. A. Holstein (Eds.), *Handbook of interview research: Context & method* (pp. 121-140). Sage Publishing.
- Barak, M., Ashkar, T. y Dori, Y. J. (2011). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education*, 56(3), 839-846. <https://doi.org/16/j.compedu.2010.10.025>
- Baram-Tsabari, A. y Yarden, A. (2005). Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 803-826. <https://doi.org/10.1080/09500690500038389>
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W. y Feder, M. A. (Eds.). (U.S.). (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. The National Academies Press.
- Blaney, J. M., Kang, J., Wofford, A. M. y Feldon, D. F. (2020). Mentoring relationships between doctoral students and postdocs in the lab sciences. *Studies in Graduate and Postdoctoral Education*. <https://doi.org/10.1108/SGPE-08-2019-0071>
- Chakraverty, D., Newcomer, S. N., Puzio, K. y Tai, R. H. (2018). It runs in the family: The role of family and extended social networks in developing early science interest. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 38(3-4), 27-38. <https://doi.org/10.1177/0270467620911589>
- Chen, C., Jeckel, S., Sonnert, G. y Sadler, P. M. (2019). "Cowboy" and "cowgirl" programming: The effects of pecollege programming experiences on success in college computer science. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(4), 22-40. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v2i4.34>
- Cheng, L., Antonenko, P. D., Ritzhaupt, A. D., Dawson, K., Miller, D., MacFadden, B. J., Grant, C., Sheppard, T. D. y Ziegler, M. (2020). Exploring the influence of teachers' beliefs and 3D printing integrated STEM instruction on students' STEM motivation. *Computers & Education*, 158, 1-52 <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103983>
- Cumming, J. (2009). The doctoral experience in science: Challenging the current orthodoxy. *British Educational Research Journal*, 35(6), 877-890. <https://doi.org/10.1080/01411920902834191>

- Delamont, S. y Atkinson, P. (2001). Doctoring uncertainty: Mastering craft knowledge. *Social Studies of Science (Sage)*, 31(1), 87-107. <https://doi.org/10.1177/030631201031001005>
- Delamont, S., Atkinson, P. y Parry, O. (2000). *The doctoral experience: Success and failure in graduate school*. Falmer Press.
- Domert, D., Airey, J., Linder, C. y Kung, R. L. (2007). An exploration of university physics students' epistemological mindsets towards the understanding of physics equations. *Nordic Studies in Science Education*, 3(1), 15-28. <https://doi.org/10.5617/nordina.389>
- Elkana, Y. (2000). Science Philosophy of Science and Science Teaching. *Science & Education*, 9(5), 465-487. <https://doi.org/10.1023/A:1008652109868>
- Guilherme, E., Faria, C. y Boaventura, D. (2016). Exploring marine ecosystems with elementary school portuguese children: Inquiry-based project activities focused on 'real-life' contexts. *Education 3-13*, 44(6), 715-726. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.1007884>
- Hacieminoglu, E. (2016). Elementary school students' attitude toward science and related variables. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(2), 35-52. [https://www.researchgate.net/publication/297047555\\_Elementary\\_School\\_Students%27\\_Attitude\\_toward\\_Science\\_and\\_Related\\_Variables](https://www.researchgate.net/publication/297047555_Elementary_School_Students%27_Attitude_toward_Science_and_Related_Variables)
- Holland, J. y Thomson, R. (2009). Gaining perspective on choice and fate. *European Societies*, 11(3), 451-469. <https://doi.org/10.1080/14616690902764799>
- Jeong, S., Blaney, J. M. y Feldon, D. F. (2019). Identifying faculty and peer interaction patterns of first-year biology doctoral students: A latent class analysis. *CBE—Life Sciences Education*, 18(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.19-05-0089>
- Kang, H. (2020). *Successful transition for all students from secondary to post-secondary education in science, technology, engineering, and mathematics* [Doctoral dissertation, Michigan State University].
- Kartal, E. E., Cobern, W. W., Dogan, N., Irez, S., Cakmakci, G. y Yalaki, Y. (2018). Improving science teachers' nature of science views through an innovative continuing professional development program. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0125-4>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. y Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>





<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14510>  
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>  
[educare@una.ac.cr](mailto:educare@una.ac.cr)

- Lewis-Beck, M. S., Bryman, A. y Liao, T. F. (Eds.). (2003). *The Sage encyclopedia of social science research methods*. Sage. <https://doi.org/10.4135/9781412950589>
- Lunenburg, F. e Irby, B. J. (2008). *Writing a successful thesis or dissertation: Tips and strategies for students in the social and behavioral sciences*. Corwin Press. <https://doi.org/10.4135/9781483329659>
- Maher, M. A., Wofford, A. M., Roksa, J. y Feldon, D. F. (2019). Doctoral student experiences in biological sciences laboratory rotations. *Studies in Graduate and Postdoctoral Education*, 10(1), 69-82. <https://doi.org/10.1108/SGPE-02-2019-050>
- Mulvey, B. K., Chiu, J. L., Ghosh, R. y Bell, R. L. (2016). Special education teachers' nature of science instructional experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(4), 554-578. <https://doi.org/10.1002/tea.21311>
- Namey, E., Guest, G., Thairu, L. y Johnson, L. (2008). Data reduction techniques for large qualitative data sets. En G. Guest y K. M. Macqueen (Eds.), *Handbook for team-based qualitative research* (pp. 137-161).
- Owens, D. C., Sadler, T. D., Barlow, A. T. y Smith-Walters, C. (2020). Student motivation from and resistance to active learning rooted in essential science practices. *Research in Science Education*, 50(1), 253-277. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9688-1>
- Özkan, G. y Umdu Topsakal, Ü. (2020). The effect of nature education on students' motivations towards science learning and socialization skills. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 9(2), 1705-1725. <https://doi.org/10.5430/jct.v9n2p95>
- Rocchietti, R., González, E., Menoyo, D., Maglione, C. y Angaramo, E. M. (2016). La influencia de la Física de la secundaria en la elección de carreras universitarias. Primeros datos de una encuesta. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28(Extra), 261-269. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15647/15454>
- Saldaña, J. (2009). *The coding manual for qualitative researchers*. Sage.
- Simonton, D. K. (2004). *Creativity in science: Chance, logic, genius, and zeitgeist*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139165358>
- Toth, E. (2019). The high school to first-year college instructional transition: An investigation of the predictions and perceptions of STEM students. Electronic (Publicación No. 2985) [Tesis de Maestría, University of Maine]. Theses and Dissertations. <https://digitalcommons.library.umaine.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4062&context=etd>

- Wang, M. T., Chow, A., Degol, J. L., & Eccles, J. S. (2017). Does everyone's motivational beliefs about physical science decline in secondary school?: Heterogeneity of adolescents' achievement motivation trajectories in physics and chemistry. *Journal of Youth and Adolescence*, 46(8), 1821-1838. <https://doi.org/10.1007/s10964-016-0620-1>
- Wheeler, L. B., Mulvey, B. K., Maeng, J. L., Librea-Carden, M. R. y Bell, R. L. (2019). Teaching the teacher: Exploring STEM graduate students' nature of science conceptions in a teaching methods course. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1905-1925. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1647473>
- Wilson, R. (2018). *Nature and young children: Encouraging creative play and learning in natural environments*. Routledge.
- Yang, J., LaBounty, T. J., Ekker, S. C. y Pierret, C. (2016). Students being and becoming scientists: Measured success in a novel science education partnership. *Palgrave Communications*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.1057/palcomms.2016.5>

