

Construcción del cuestionario posturas acerca de la evolución biológica y su enseñanza

Construction of the questionnaire Positionality regarding biological evolution and its teaching

Jose Soto-Sonera¹, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9624-5410>
Víctor E. Bonilla-Rodríguez², ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1575-0272>
Melitza Nieves-Viera³, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9562-5908>
Kevin Vargas Vélez⁴, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2615-5612>
Ana Fernández-Ruiz de Alegría⁵, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5966-697X>

Recibido: 13/06/2023 Aprobado: 4/09/2023

Cómo citar: Soto-Sonera, J., Bonilla-Rodríguez, V., Nieves-Viera, M., Vargas Vélez, K., & Fernández-Ruiz de Alegría, A. (2023). Construcción del cuestionario posturas acerca de la evolución biológica y su enseñanza. *Ciencia y Educación*, 7(3), 45–62. <https://doi.org/10.22206/cyed.2023.v7i3.pp45-62>

Resumen

Este estudio tuvo como propósito presentar los resultados de la construcción y el proceso de recopilación de evidencias de validez del cuestionario Posturas acerca de la evolución biológica y su enseñanza. Es la primera investigación en Puerto Rico que desarrolla un cuestionario para medir las posturas acerca del tema de evolución biológica. El cuestionario consistió en cinco secciones que exploran elementos cognitivos, epistémicos y pedagógicos en torno al tema de la teoría evolutiva, y demográficos. Para la construcción del cuestionario se utilizó un enfoque mixto y diseño secuencial exploratorio. Como parte de este proceso, se recopilaron evidencias de validez relacionadas con el contenido, el proceso de respuesta y la estructura interna. Se realizó un estudio piloto a través de un muestreo por conveniencia que

Abstract

The purpose of this study was to present the results of the development and gathering of valid evidence of the questionnaire Positionality regarding Biological Evolution and its Teaching. This is the first investigation in Puerto Rico to develop an instrument to measure positionality regarding biological evolution. The questionnaire has five sections exploring cognitive, epistemic, and pedagogical elements of evolution theory and demographics. This study used mixed methods and an exploratory sequential design. Valid evidence related to the content, response process, and internal structure was gathered as part of this process. A pilot study was conducted using convenience sampling that consisted of 277 professors from one campus of the University of Puerto Rico. The analysis of reliability indicated that

1 Departamento de Estudios Graduados, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, jose.soto@upr.edu

2 Víctor E. Bonilla-Rodríguez, Departamento de Estudios Graduados, Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, victor.bonilla3@upr.edu

3 Melitza Nieves-Viera, Departamento de Estudios Graduados, Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, melitza.nieves@upr.edu

4 Kevin Vargas Vélez, Departamento de Estudios Graduados, Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, kevin.vargas3@upr.edu

5 Ana Fernández-Ruiz de Alegría, Departamento de Estudios Graduados, Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, ana.fernandez8@upr.edu



resultó en 277 participantes docentes universitarios de uno de los recintos de la Universidad de Puerto Rico. El análisis de fiabilidad indicó que los ítems representan el constructo de cada sección. Los resultados del análisis de factores de las secciones del cuestionario demostraron que los ítems se agruparon de acuerdo con las temáticas principales descritas en la literatura.

Palabras clave: evolución; enseñanza de las ciencias; cuestionario; creencia.

Introducción

La teoría de la evolución biológica (TEB) generó controversias desde sus inicios. Algunos aspectos de la discusión inciden sobre asuntos de carácter científico y filosófico; otros se vinculan con cuestiones constitucionales, como la separación de iglesia y estado; además, está el componente cultural al colocar las creencias religiosas de las personas como variable a considerar (Soto-Sonera, 2006). Asimismo, estudios en distintas partes del mundo evidencian el escaso dominio y poco apoyo que las personas ofrecen a la TEB como explicación científica. Por ejemplo, un estudio de 2010 en Argentina, Estados Unidos, España, México, Rusia, China, India, Sudáfrica, Egipto y Gran Bretaña reveló que solo el 27% de los encuestados señalaron poseer un buen conocimiento sobre la TEB (Román y Cappozzo, 2010). Otro estudio indica que un 34% de la población estadounidense rechaza la evolución de las especies, mientras que, en Latinoamérica, alrededor de un 40% (Masci, 2019). En los países Islámicos también se observa un comportamiento similar en torno al tema. Así lo evidenció un estudio que preguntó a los participantes si estaban de acuerdo con la teoría de Darwin; la alternativa de que probablemente esta teoría fuera cierta obtuvo los siguientes resultados: Malasia (11%), Turquía (22%), Pakistán (14%), Indonesia (16%) y Egipto (8%) (Hameed, 2008, p. 1638).

Comprender la situación alrededor del tema de la evolución biológica es complejo por los fac-

the items represent the construct in each section. Results from the exploratory factor analysis in each section of the questionnaire demonstrated that the main topics in the literature grouped the items.

Keywords: evolution; science teaching; questionnaire; belief.

tores científico y filosóficos, políticos y culturales ya mencionados. Un autor señala que las causas para el rechazo de la teoría evolutiva son “numerosas, diversas y complejas” (Allmon, 2011, p. 649). Carter y Wiles (2014) señalan que la aceptación de la evolución se afecta por factores de distintos tipos: factores científicos (p. ej., entendimiento de la naturaleza de la ciencia, conocimiento sobre la teoría de la evolución); factores no científicos (p. ej., posiciones epistemológicas, factores demográficos); y factores religiosos (p. ej., convicciones creacionistas, relación excluyente entre creencias religiosas y evolución). Por tanto, es necesario llevar a cabo investigaciones que provean información para comprender en profundidad esta multiplicidad de factores. En Puerto Rico existen pocas investigaciones sobre el tema de la teoría evolutiva y su enseñanza (Delgado-Marrero, 2016; Morales-Ramos, 2016; Soto-Sonera, 2006). Ninguna de estas investigaciones desarrolló un cuestionario para medir los aspectos descritos en relación con las posturas de las personas sobre la TEB. El presente estudio tuvo como propósito presentar la construcción y el proceso de recopilación de evidencias de validez del cuestionario Posturas acerca de la evolución biológica y su enseñanza.

El cuestionario tiene como cualidad que, a diferencia de otros que reseña la literatura (Rutledge y Sadler, 2007; Sbeglia y Nehm, 2020), integra un conjunto de temas para medir las posturas de las personas con respecto a la teoría. El cuestionario atiende cuatro temas generales que abordan aspectos fundamentales asociados, según la literatura, con las

posturas que asumen las personas sobre la TEB como explicación científica: la naturaleza de la ciencia; las características del conocimiento científico; los argumentos creacionistas; y la enseñanza del tema. El cuestionario pretende examinar aspectos epistemológicos, cognitivos y pedagógicos. En este estudio, el término postura designa la posición que asumen las personas sobre la TEB fundamentada en conceptos científicos, religiosos, filosóficos o una combinación de estos. Esta postura, según documenta la literatura, puede reflejar concepciones, opiniones, conocimientos, creencias religiosas, perspectivas y actitudes de las personas (Miller et al., 2022).

Metodología

En este estudio se presentan los resultados de las evidencias de validez relacionadas con la construcción del cuestionario Posturas acerca de la evolución biológica y su enseñanza. Para documentar este proceso se utilizó un enfoque mixto y diseño secuencial exploratorio. Según Creswell y Plano-Clark (2017), este diseño se caracteriza por una secuencia de tres fases:

Fase 1 (cualitativa): recopilación y análisis de datos cualitativos.

Fase 2: construcción del cuestionario.

Fase 3 (cuantitativa): recopilación y análisis de datos cuantitativos.

Además, para este estudio se adoptó como guía los planteamientos respecto a las cinco fuentes de evidencia de validez establecidas en los Estándares para la administración de pruebas educativas y psicológicas publicados en el 2014 por la Asociación Estadounidense de Investigación Educativa (AERA), la Asociación Estadounidense de Psicología (APA) y el Consejo Nacional de Medición en Educación (NCME). Las cinco fuentes de evidencias de validez expuestas en los Estándares son las

siguientes: 1) contenido; 2) proceso de respuesta; 3) estructura interna; 4) relación con otras variables; y 5) consecuencias. Estas cinco fuentes de evidencia recopilan datos, tanto cualitativos como cuantitativos. Es importante mencionar que en este estudio se recopilaron las evidencias de validez sobre el contenido, proceso de respuesta y estructura interna. De acuerdo con los Estándares, los investigadores son responsables de recopilar toda evidencia posible para apoyar el propósito, las interpretaciones e inferencias.

A continuación, se describen detalladamente los procesos pertinentes a cada fase del diseño de este estudio.

Fase 1: recopilación y análisis de datos cualitativos

Previo a la construcción del primer borrador del cuestionario, se recurrió a técnicas de recopilación y análisis de datos cualitativos. Se revisó literatura relacionada con la enseñanza de la ciencia y la teoría de la evolución biológica (revistas arbitradas y libros de texto). También se examinaron tesis y disertaciones de Puerto Rico relacionadas con temas que, según la literatura, se pueden asociar con las posturas de las personas acerca de la TEB (Aquino-Núñez, 1994; Figueroa-Molina, 1998; Nieves-Viera, 2013). Estos trabajos consistían en la construcción de cuestionarios, por lo que se solicitó permiso a los autores para utilizar algunos de sus ítems y modificarlos de ser necesario.

Además, se solicitó a un panel multidisciplinario que analizaran los ítems previamente identificados. El panel estuvo compuesto por: dos de los investigadores principales de este estudio (especializados en enseñanza de la ciencia y métodos de investigación educativa) y cuatro estudiantes de posgrado (de las especialidades de educación de la niñez, orientación y consejería, educación científica y métodos de investigación educativa). Este proceso requirió de varias reuniones para discutir la pertinencia de los

ítems, la comprensión del contenido, la aplicabilidad de las alternativas para la respuesta y la redacción. En este ejercicio se efectuaron modificaciones a la redacción de algunos de los ítems.

Esta revisión permitió al equipo de investigadores esquematizar las posibles secciones del cuestionario e ítems relacionados con cada sección.

Fase 2: construcción del cuestionario

Esta fase consistió en el ensamblaje del primer borrador del cuestionario, compuesto por una combinación de ítems identificados en la Fase 1 e ítems elaborados por los investigadores. El cuestionario se estructuró en las siguientes secciones y número de ítems: 1) Naturaleza de la ciencia: 20 ítems; 2) Conocimiento científico: 19 ítems; 3) Creacionismo y evolución: 19 ítems; 4) Enseñanza de la teoría de la evolución biológica: 11 ítems; y 5) Datos sociodemográficos: 7 ítems.

La sección Naturaleza de la ciencia (NdC) indaga en el conocimiento de los sujetos con respecto a los aspectos epistemológicos, la estructura lógica y el valor del conocimiento científico. El componente de Conocimiento científico explora las características y cómo se construye tal conocimiento. El tema de Creacionismo y evolución ausulta las posturas respecto a los argumentos creacionistas y evolucionistas. La sección Enseñanza de la teoría de la evolución biológica examina el parecer en cuanto al manejo de los contenidos de la teoría en el currículo. Por último, se incluyó una sección dedicada a recopilar datos sociodemográficos del perfil de la muestra.

Este cuestionario utilizó una escala de respuesta Likert (Likert, 1932) de cinco alternativas (excepto para la sección de datos sociodemográficos): 5 = Completamente de acuerdo; 4 = De acuerdo; 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo; 2 = En desacuerdo; y 1 = Completamente en desacuerdo. Este tipo de es-

cala es apropiada para alternativas que, por lo regular, son simétricas o poseen dos extremos alrededor de un punto neutral. El cuestionario consiste en un conjunto de ítems que se presentan en forma de afirmaciones, y se solicita al participante que seleccione una de las categorías establecidas en la escala.

A continuación, se procedió a la recopilación de evidencias de validez sobre el contenido y el proceso de respuesta del primer borrador del cuestionario.

Recopilación y análisis de evidencia de validez relacionada con el contenido

La recopilación de la evidencia de validez relacionada con el contenido se llevó a cabo mediante la evaluación de expertos, quienes evaluaron la pertinencia, redacción y vocabulario de los ítems, así como ofrecieron sugerencias para mejorarlos.

El cuestionario se sometió a la evaluación de cuatro expertos. El primer experto fue un docente de una universidad de Puerto Rico, con doctorado en educación, especializado en estadística. El segundo experto fue un docente de una universidad de Puerto Rico, con maestría en investigación y evaluación educativa. El tercer experto fue un docente de una universidad de México, con doctorado en educación superior, especializado en bioestadística, economía y sociología. La cuarta experta fue una docente de una universidad en México, con doctorado en currículo y enseñanza en ciencias.

Las recomendaciones de los expertos, discutidas en reuniones de trabajo, consistieron en cambios en la redacción de los ítems del cuestionario.

Recopilación y análisis de evidencia de validez sobre el proceso de respuesta

La segunda fuente de evidencia, el proceso de respuesta, se recopiló mediante entrevistas cognitivas. La entrevista cognitiva tuvo como objetivo verificar si cada elemento del cuestionario (título, instruccio-

nes, ítems, alternativas para proveer una respuesta) se comprende de la manera en que se desea (Fowler, 2009; Tourangeau, Rips y Rasinski, 2000). Dado que el objetivo del estudio era administrar el cuestionario a docentes con distinto perfil académico y profesional, se solicitó a cuatro docentes de diversas disciplinas que participaran de las entrevistas cognitivas de forma individual. Además, se verificó que los entrevistados poseyeran la información necesaria para contestar y que fueran capaces de ofrecer respuesta a los ítems con la escala proporcionada. En las entrevistas, se solicitó a los docentes explicar lo que entendían por cada pregunta y cada alternativa (i.e., escala de respuesta); indicar si la respuesta que deseaban ofrecer se encontraba entre las alternativas provistas y si alguna pregunta les causaba incomodidad. La información recopilada de las entrevistas cognitivas se analizó en reuniones de trabajo y resultó en cambios en la redacción de los ítems.

Con base en las modificaciones realizadas a partir de la recopilación de las evidencias de validez, tanto del contenido como del proceso de respuesta, se procedió a ensamblar el borrador final del cuestionario, que constó de 76 ítems (ver Tabla 1).

Fase 3: recopilación y análisis de datos cuantitativos

Esta fase consistió en la recopilación y análisis de evidencia de validez de la estructura interna del cuestionario. Para ello, se llevó a cabo un estudio piloto. Antes de la administración del borrador final del cuestionario, se generó un protocolo de investigación aprobado por el comité institucional responsable de proteger los derechos de los participantes.

Selección de participantes

La población a la que se administró este cuestionario estuvo compuesta por docentes universitarios de un recinto de la Universidad de Puerto Rico. En este escenario hay docentes de una amplia diversidad en términos de preparación y experiencia profesio-

nal en una gran variedad de disciplinas. La elección de esta población es intencionada porque, según documenta este estudio, las posturas de las personas sobre la TEB se relacionan con múltiples factores, tales como culturales, epistemológicos, filosóficos, entre otros. Por tanto, se consideró pertinente utilizar una población diversa para el proceso de recopilación de evidencias de validez.

La selección de participantes se realizó a través de un muestreo por conveniencia en una institución a la cual los investigadores tenían acceso. Además, es uno de los mayores recintos de la Universidad de Puerto Rico. Todos los docentes de las distintas Facultades o Escuelas de la institución fueron invitados a participar en la administración del cuestionario. La muestra de participantes para cada evidencia de validez se describe más adelante al especificar cada una de estas etapas.

Estudio piloto: administración del borrador final del cuestionario

Se distribuyeron 1,303 cuestionarios por las diferentes facultades de la institución donde se llevó a cabo este estudio. Del total de 1,303 cuestionarios distribuidos, se recuperaron 277 para una tasa de respuesta de 21.26%. De los 277 participantes que respondieron el cuestionario, un 51.6% fueron de género femenino, mientras que un 47.3% fueron de género masculino (1.1% no respondió). El porcentaje de participación de las Facultades y Escuelas fluctuó entre el 6% y el 30%, correspondientes a especialidades tales como ciencias naturales, educación, administración de empresas, humanidades, matemáticas, ciencias sociales, derecho, arquitectura, entre otras. El 79% de los que respondieron posee doctorado y un 16% el grado de maestría (5% no respondió). El 48% de los docentes que respondió se desempeña en la enseñanza, mientras que el 20% dedica su tiempo a la enseñanza e investigación. El 32% restante divide su tiempo entre diversas tareas: enseñanza, investigación, administración y servicio.

Análisis de evidencia de validez sobre la estructura interna

Se realizaron análisis de fiabilidad y análisis de factores exploratorio con el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para cada una de las secciones del cuestionario, excepto la de datos sociodemográficos por consistir de preguntas individuales con diferentes escalas de medición para proveer una respuesta.

El análisis de fiabilidad indica si los ítems de cada sección miden algo en común. Este análisis se examinó de acuerdo con los planteamientos de Gliem y Gliem (2003). Estos autores indican que el Corrected Item-Total Correlation debe ser al menos 0.40. Además, señalan que otra de las columnas que se debe examinar en los resultados es la que indica lo que sucede con el coeficiente de fiabilidad Alfa de Cronbach al eliminar el ítem. Por otra parte, es importante destacar que los investigadores consideraron la importancia relativa del contenido de los ítems para el estudio antes de optar por su exclusión. Para evaluar los coeficientes de fiabilidad, los investigadores utilizaron los criterios establecidos por George y Mallery (2019, p. 244). Estos proveen la siguiente guía: 0.90-1.00, excelente; 0.80-0.89, bueno; 0.70-0.79, aceptable; 0.60-0.69, cuestionable; 0.50-0.59, pobre; <0.50, no aceptable.

El análisis de factores determina si los ítems de cada sección miden un solo constructo o más de uno. Con este análisis se reduce el número de ítems a unos componentes o categorías (factores) para facilitar la comprensión de las posturas de los participantes con respecto a las temáticas conteni-

das en cada sección. Para este análisis, en cada una de las secciones del cuestionario, se verificaron las siguientes precondiciones: el determinante de la matriz, el Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) y el Bartlett's Test of Sphericity. El determinante de la matriz es un indicador de multicolinealidad (la existencia de variables con una correlación demasiado alta entre ellas). La presencia de esta puede causar problemas en el análisis de factores exploratorio. Un determinante menor o igual que 0.00001 indica la presencia de multicolinealidad (Field, 2013). Por otra parte, el KMO debe ser mayor de 0.60, y el Bartlett's Test of Sphericity debe ser significativo (Pett, Lackey y Sullivan, 2003).

Resultados

A continuación, se presentan los resultados acerca de la estructura interna para cada una de las secciones del cuestionario. Los datos presentados en las tablas fueron obtenidos del programa de análisis estadístico IBM SPSS (acrónimo en inglés de Statistical Package for the Social Sciences [Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales]). El sombreado que aparece en las tablas fue añadido por los autores de la investigación.

Fiabilidad

Los resultados iniciales (todos los ítems) y finales (ítems retenidos) para cada sección del cuestionario se presentan en la Tabla 1. En esta tabla se observa que las versiones finales de las secciones 1 y 2 obtuvieron coeficientes de fiabilidad calificados como aceptables, mientras que el coeficiente de la sección 3 es excelente y el de la sección 4 es bueno.

Tabla 1

Resultados iniciales (todos los ítems) y finales (ítems retenidos) del coeficiente Alfa de Cronbach (AC)

Sección	AC	Versión inicial		AC	Versión final	
		Cantidad ítems	<i>n</i>		Cantidad de ítems	<i>n</i>
1. Naturaleza de la ciencia	.66	20	188	.70	12	206
2. Conocimiento científico	.78	19	203	.79	16	203
3. Creacionismo y Evolución	.88	19	185	.90	14	190
4. Enseñanza de la teoría de la evolución biológica	.87	11	215	.87	11	215

Nota. La tabla presenta la cantidad (*n*) de casos resultante al eliminar los casos omitidos usando *listwise deletion*. El procedimiento de *listwise deletion* elimina un caso o récord completo si falta un valor.

En las secciones uno, dos y tres se eliminaron ítems, mientras que en la sección cuatro no se eliminó ninguno (ver Tabla 1). Las secciones tres y cuatro requirieron la recodificación (recode) de algunos ítems debido a que tenían una correlación negativa con los demás ítems de sus respectivas secciones. La recodificación se realizó antes de llevar a cabo el análisis de fiabilidad. Esta consiste en invertir los valores de respuesta. En el caso de este cuestionario, se re-

quirió invertir los valores de las respuestas de 5, 4, 3, 2, 1 a 1, 2, 3, 4, 5. Los ítems recodificados se identificaron en las tablas 6 (sección 3) y 7 (sección 4) con una letra “r” entre paréntesis (r) al final de estos.

Análisis de factores

Los resultados que se presentan en la Tabla 2 sustentan que se puede efectuar el análisis de factores exploratorio para cada sección.

Tabla 2

Determinante de la matriz de correlación y resultados de los análisis de KMO y Bartlett’s Test

Sección	Determinante	KMO	Bartlett’s Test	<i>n</i>
1	.111	.711	Aprox. Ji-Cuadrado (66) = 440.170 p = .000	206
2	.018	.824	Aprox. Ji-Cuadrado (120) = 787.832 p = .000	203
3	.0003	.871	Aprox. Ji-Cuadrado (91) = 1521.733 p = .000	190
4	.010	.891	Aprox. Ji-Cuadrado (55) = 955.808 p = .000	215

El método de extracción utilizado para el análisis de factores fue *Principal Axis Factoring*, cuyos resultados generales para cada sección se presentan

en la Tabla 3. Asimismo, la rotación utilizada fue *Varimax with Kaiser Normalization* y los resultados por sección se incluyen en las Tablas 4 a la 7.

Tabla 3

Número de factores, porcentaje de variabilidad explicada e interacciones necesarias para obtener la solución

Sección	Número de factores	Variabilidad explicada	Iteraciones del PFA	Iteraciones de la rotación
1	4	42.358%	136	5
2	5	41.899%	20	7
3	3	56.267%	13	5
4	2	48.729%	10	3

Tabla 4

Rotated Factor Matrix: Sección 1 - Naturaleza de la ciencia

Ítems	Factor			
	1	2	3	4
El desarrollo de teorías científicas requiere de la imaginación del científico.	.825			
La intuición del científico juega un papel importante en el desarrollo de la Ciencia.	.676			
El desarrollo de la Ciencia requiere la labor creativa de los científicos.	.462			
La Ciencia implica el uso de juicios valorativos por parte del científico.	.388			
Las teorías existentes afectan la actividad científica.	.359			
Las teorías científicas son interpretaciones conceptuales de los fenómenos que estudiamos.		.965		
Una función de la Ciencia es describir los fenómenos naturales		.468		
Las teorías científicas son el resultado de la experiencia de las personas con los fenómenos.		.316		
Un objetivo de los científicos es ofrecer una descripción real de los fenómenos naturales.			.920	
El objetivo de los científicos es buscar la verdad.			.401	
Las teorías científicas acerca de un fenómeno natural pueden modificarse.				.531
La Ciencia genera conocimiento tentativo.				.531

Tabla 5

Rotated Factor Matrix: Sección 2 - Conocimiento científico

Ítems	Factor				
	1	2	3	4	5
El conocimiento científico está sujeto a cambio.	.654				
En algunos casos, el conocimiento científico puede ser incorrecto.	.603				
El conocimiento científico está sujeto a revisión continua.	.491		.316		.355
El conocimiento científico cambia con el desarrollo de nuevas teorías.	.482	.436			
El conocimiento científico promueve la reestructuración de nuestras ideas acerca de los fenómenos que observamos.	.336	.625			
Las teorías científicas explican los fenómenos y procesos que observamos.		.560			
El conocimiento científico es el resultado de las interacciones del científico con el medio ambiente que les rodea.		.482		.351	
Una teoría se modifica cuando se encuentra evidencia que la contradiga.		.427			
El conocimiento científico explica parcialmente la realidad de los fenómenos que observamos.			.548		
El conocimiento científico provee explicaciones tentativas para los fenómenos naturales.	.302		.546		
Los científicos deducen sus hipótesis de investigaciones a partir de las teorías existentes.			.496		
Las teorías científicas son el resultado de la actividad creadora de los científicos.			.448		
La cultura de un país afecta la forma de desarrollar el conocimiento científico.				.658	
El conocimiento científico es subjetivo.				.549	
El conocimiento científico puede tener aplicaciones inmediatas en beneficio para la sociedad.					.459
Los descubrimientos científicos tienen consecuencias éticas.					.311

Tabla 6

Rotated Factor Matrix: Sección 3 - Creacionismo y evolución

Ítems	Factor		
	1	2	3
La evolución es el mecanismo que Dios utilizó para crear los organismos.	.797		
Dios creó a los humanos.	.764	.376	
Dios creó todos los organismos.	.740	.355	.313
Dios inició el proceso evolutivo, pero no intervino en la formación de las especies.	.644		
La complejidad del mundo biológico es evidencia de la existencia de un ser sobrenatural que planificó todo.	.634	.353	.399
La teoría de la evolución biológica cuenta con extensa evidencia que apoya su validez como explicación científica. (r)		.845	
La evolución biológica es un fenómeno natural real. (r)		.611	
Los métodos que se utilizan para determinar la edad de los fósiles proveen datos confiables. (r)		.588	
La evidencia a favor de la teoría de la evolución biológica es irrefutable. (r)		.571	
Los argumentos creacionistas con respecto al origen de las especies son correctos.	.352		.677
Las creencias religiosas sobre el origen de los seres humanos son más válidas que las explicaciones científicas.	.315	.366	.673
Los relatos creacionistas religiosos (e. g., Biblia, Corán) contienen la explicación verdadera del origen del hombre y la mujer.			.630
Los animales y las plantas surgen de un proceso evolutivo, pero los humanos emergen de una creación especial.	.385		.436
El creacionismo es una explicación alternativa para el origen de las especies.			.400

Tabla 7

Rotated Factor Matrix: Sección 4 - Enseñanza de la teoría de la evolución biológica

Ítems	Factor	
	1	2
La teoría de la evolución biológica debe incluirse en el currículo escolar.	.762	.329
La teoría de la evolución biológica se debe enseñar en las escuelas porque hay evidencias que apoyan su validez.	.728	

Ítems	Factor	
	1	2
La teoría de la evolución biológica debe enseñarse en la escuela elemental.	.725	
La enseñanza de la teoría de la evolución biológica debe ser una prioridad en el currículo escolar de ciencias.	.674	
El currículo de ciencias debe incluir el tema de la evolución biológica.	.634	.313
La teoría de la evolución biológica debe incluirse solamente en el currículo del nivel universitario. (r)	.503	.352
Enseñar que los humanos evolucionaron a partir de otras especies no-humanas va en contra de los valores de las personas. (r)		.763
La enseñanza de la evolución humana promueve ideas en contra de los valores de la sociedad. (r)	.347	.665
Enseñar el tema de la evolución humana en el nivel elemental puede afectar la formación ética de los estudiantes. (r)		.626
Incluir la teoría de la evolución biológica en el currículo implica enseñar una teoría que aún no está probada. (r)	.434	.487
El currículo de ciencias debe incluir los argumentos creacionistas. (r)		.333

Discusión y conclusiones

A continuación, se discuten específicamente los hallazgos del análisis de factores exploratorio para cada sección del cuestionario (Tablas 4-7), con el propósito de comprender en qué medida los factores resultantes se ajustan al constructo (temática) asociado a cada sección. Para ello resulta imprescindible partir de lo que indica la literatura respecto a cada constructo. Esto tiene la finalidad de determinar que, en efecto, los resultados apoyan la interpretación, la fiabilidad del proceso de medición y el uso de las puntuaciones para el propósito establecido (AERA et al., 2014).

Por último, se presentan las consideraciones finales sobre la utilidad del cuestionario para medir las posturas de las personas acerca de la evolución biológica y su enseñanza, limitaciones y recomendaciones para investigaciones futuras.

Naturaleza de la ciencia

Para el constructo de Naturaleza de la Ciencia (NdC) (ver Tabla 4) se observó que de un total de

12 ítems se agruparon en cuatro factores. Acevedo-Díaz y García-Carmona señalan que “la NdC es un metaconocimiento sobre la ciencia, que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas desde la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia por expertos en estas disciplinas, y por algunos científicos.” (2016, p. 3). Incluye la reflexión respecto a los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de este a la cultura y al progreso de la sociedad. Asimismo, conlleva reflexionar sobre el objetivo de la ciencia que, según Chalmers, “es ampliar y mejorar nuestro conocimiento general del funcionamiento del mundo natural” (1997, p. 148). Investigaciones recientes plantean la importancia de los temas NdC en la enseñanza de la evolución biológica, en la promoción de su aceptación como explicación científica y cómo facilita su inclusión en el currículo (Fouad, 2018; Nelson et al., 2019; Sharmann, 2018).

De acuerdo con el constructo y lo que señala la literatura, el primer factor incorporó ítems relacionados con la naturaleza de la comunidad científica (ítems 1 al 5), entendiéndose como aquellas características atribuibles a un científico como, por ejemplo, de qué maneras genera nuevas ideas y cómo utiliza el conocimiento existente en la disciplina. El segundo factor, que agrupó los ítems 6 al 8, atiende el vínculo entre la función de la ciencia de explicar/predecir la realidad y el desarrollo de conceptos teóricos para lograrlo (relación onto-epistemológica). El tercer factor representa los ítems sobre los valores implicados en las actividades de la ciencia y las aportaciones del conocimiento científico al progreso de la sociedad (ítems 9 y 10). Por último, el cuarto factor representa la característica tentativa y sujeta a modificación de las teorías científicas (ítems 11 y 12). Por tanto, estos resultados demuestran que el comportamiento de los ítems, desde una perspectiva estadística, se ajusta a lo que establece la literatura acerca de la NdC.

Conocimiento científico

Para el constructo de Conocimiento Científico (ver Tabla 5) se observó que de un total de dieciséis ítems se agruparon en cinco factores. De acuerdo con Bunge (1981), el conocimiento científico es fáctico, trasciende los hechos, analítico, especializado, claro y preciso, comunicable, verificable, metódico, sistemático, general, legal, explicativo, predictivo, abierto y útil. Por otro lado, McComas (2004) puntualiza que el conocimiento científico es provisional, duradero y autocorregible, lo que implica que la ciencia no puede probar nada definitivamente. No obstante, las explicaciones científicas son valiosas y de larga duración debido a la forma en que se desarrollan los procesos de investigación; la detección y corrección de errores son parte del proceso. Con respecto a la provisionalidad del conocimiento científico, Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2012) destacan su carácter modificable debido a nuevas observaciones, datos y reinterpretaciones.

De acuerdo con lo expuesto, observamos que el primer factor agrupa cuatro ítems. Los ítems 1 al 4 corresponden a uno de los atributos o características del CC, la provisionalidad del conocimiento científico. El segundo factor, ítems 5 al 8, corresponde al carácter empírico del conocimiento científico. Chalmers (2015) y Bunge (1981) destacan la naturaleza del conocimiento científico como un producto de la experiencia humana con la realidad. Añade, Bunge, que el conocimiento científico trasciende los hechos: los descarta, produce nuevos y los explica.

Con respecto al tercer factor, este integra los ítems que guardan relación con la construcción de los tipos de conocimiento científico (ítems 9 al 12). McComas (2004) establece que las leyes y las teorías son tipos distintos de conocimiento científico, pero están relacionados entre sí. De igual forma, concurren Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2012) en que el conocimiento científico aceptado mediante la observación y la inferencia se concreta en leyes y teorías científicas que, a su vez, son tipos de conocimiento científico ontológicamente diferentes, aunque relacionados entre sí. El cuarto factor, para los ítems 13 y 14, denotan el carácter contextual del conocimiento científico. Desde la sociología de la ciencia, Chalmers (1997) hace hincapié en que los métodos y normas de la ciencia son productos sociales históricamente contingentes y, por lo tanto, sujetos a cambio. Por último, los ítems 15 y 16, para un quinto factor, elevan el análisis de implicaciones del quehacer científico en la sociedad. Hurd (1975) señala la importancia de la relación entre la ciencia, el bienestar y los valores humanos. Explica que una de las implicaciones del saber científico es atender problemas que se interponen en la calidad de vida de las personas. Igualmente, nuevos conocimientos científicos tienen repercusiones sobre prácticas y normas sociales, así como en la relación del ser humano con la naturaleza.

Creacionismo y evolución

Para el constructo Creacionismo y Evolución (ver Tabla 6) se observó que de un total de 14 ítems se generaron tres factores. En el análisis del binomio evolución-creacionismo, la explicación científica sostiene que la formación de las especies es producto de un complejo proceso de cambios a través del tiempo dependiente de la interacción de factores biológicos, ambientales y geológicos, en que la selección natural es el mecanismo fundamental (Darwin, 1859/2001; Tibell y Harms, 2017). El creacionismo, de forma general, rechaza la explicación científica del mundo natural por una creación especial asociada a un ente sobrenatural (National Academies, 2023).

El binomio creacionismo-evolución históricamente se ha analizado desde la religiosidad de la persona. Sin embargo, recientemente, Barnes et al. (2021) diseñaron una escala que mide la percepción de conflicto entre religión y evolución. Desde la óptica del conflicto, Barnes et al. (2021) encontraron que el constructo percepción de conflicto es un mejor predictor de la aceptación hacia la teoría de evolución biológica que el nivel de religiosidad de la persona. En la redacción de los ítems de la Tabla 6, se consideró la posibilidad de conflicto entre la explicación científica para el origen del mundo biológico y la religión. Los ítems de esta sección se agrupan en tres factores. El primero asocia los ítems que se relacionan con las posturas de las personas sobre la intervención (acción) de un ser sobrenatural en torno al origen de los seres vivos (ítems 1 al 5). Por otra parte, el segundo factor (ítems 6 al 9) engloba las posturas sobre conceptos básicos de la explicación evolucionista para el origen de las especies, así como la credibilidad que se otorga a la metodología científica. Finalmente, el tercer factor (ítems 10 al 14) resume las posturas sobre el origen de los organismos vivos frente al binomio religión-ciencia.

Enseñanza de la teoría de la evolución biológica

Para el constructo de Enseñanza de la Teoría de la Evolución Biológica (ver Tabla 7) se observó que de un total de 11 ítems se agruparon en dos factores. En armonía con la literatura y el constructo, el primer factor agrupa los ítems 1 al 6, los cuales se relacionan con la enseñanza de la TEB y cómo tratar el tema en el currículo. El segundo factor incorpora ítems que corresponden a las controversias y las implicaciones didácticas que provoca la enseñanza de la teoría evolutiva (ítems 7 al 11).

El tratamiento del tema de la evolución biológica en el currículo es objeto de discusión porque los conceptos de la teoría son fundamentales en las distintas ramas de la biología. Sin embargo, diversos estudios destacan el pobre dominio del tema que poseen tanto estudiantes como docentes, así como la necesidad de mejorar su enseñanza (Berti et al., 2017; Delgado-Marrero, 2016; Nehm y Schonfeld, 2007; Peñaloza et al., 2021; Pérez et al., 2018; Rivas y González-García, 2016; Soto-Sonera, 2009; Wiesberg et al., 2018). Asimismo, la enseñanza de los principios de la evolución en el aula genera controversias con implicaciones en la inclusión del tema en el currículo en los distintos niveles de enseñanza (Barnes et al., 2020a; Barnes et al., 2020c; Deniz y Sahin, 2016; Plutzer et al., 2020; Román y Cappozzo, 2010; Silva y Mortimer, 2020). Otras investigaciones plantean la posibilidad de la inclusión del tema en el currículo mediante estrategias y modelos que promuevan superar las controversias prevalecientes, al tiempo que se sugiere considerar aspectos tales como la diversidad sociocultural (Barnes et al., 2020b; Lindsay et al., 2019; Reiss, 2019; Tolman et al., 2020).

Consideraciones finales

Los resultados del análisis de las evidencias de validez relacionadas con el contenido, proceso de respuesta y estructura interna permiten concluir

que los ítems del cuestionario miden adecuadamente un conjunto de temas que, de acuerdo con la literatura, están asociados con las posturas de las personas con respecto a la teoría: (1) concepciones sobre la naturaleza de ciencia; (2) nociones sobre las características del conocimiento científico; (3) posturas en cuanto a los argumentos creacionistas y evolucionistas; y (4) posturas sobre la inclusión del tema en el aula.

A pesar de las inherentes limitaciones que poseen los instrumentos que abordan el tema de las posturas de las personas sobre la TEB (Barnes et al., 2019), el cuestionario presentado examina estas posturas en consideración de las visiones de mundo vinculadas a contextos culturales y científico-filosóficos. Por esta razón, consideramos que los ítems se pueden utilizar para abordar el tema en diversidad de poblaciones, escenarios y contextos culturales. Asimismo, debemos destacar que la forma en que está estructurado el cuestionario permite administrar las secciones de manera independiente, de acuerdo con las necesidades e intereses de investigación. Sin embargo, estimamos que su administración como un solo instrumento permite capturar de manera concurrente, la postura que asumen las personas en cuanto a la evolución biológica como fenómeno y examinar esta postura desde una óptica epistémica, cultural y filosófica. Esto puede permitir el desarrollo de investigaciones para explicar las controversias que han persistido por mucho tiempo alrededor de la TEB. Por las razones expuestas, es significativo continuar con la investigación de este tema administrando el cuestionario a distintas poblaciones en y fuera de Puerto Rico.

Agradecimientos

Este estudio se realizó con el apoyo del programa Fondo Institucional para la Investigación (FIPI) del Decanato de Estudios Graduados e Investigación de la Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras en San Juan, Puerto Rico.

Nota

Se emplea el masculino gramatical para referirse a todas las personas.

Referencias

- Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». *Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19. <http://hdl.handle.net/10498/18010>
- Allmon, W. D. (2011). Why don't people think evolution is true? Implications for teaching, in and out of the classroom. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 648-665. <https://doi.org/10.1007/s12052-011-0371-0>
- American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2014). *Standards for educational and psychological testing*. American Educational Research Association.
- Aquino-Núñez, M. E. (1994). *Desarrollo y validación de una escala para medir el conocimiento de los maestros de ciencia en Puerto Rico sobre naturaleza de la ciencia y el conocimiento científico* [Unpublished doctoral dissertation]. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Barnes, M. E., Dunlop, H. M., Holt, E. A., Zheng, Y., & Brownell, S. E. (2019). Different evolution acceptance instruments lead to different research findings. *Evolution: Education and Outreach*, 12(4), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0096-z>
- Barnes, M. E., Dunlop, H. M., Sinatra, G. M., Hendrix, T. M., Zheng, Y., & Brownell, S. E. (2020a). "Accepting evolution means you can't believe in god": Atheistic perceptions of evolution among college biology students.

- CBE—Life Sciences Education*, 19(2), ar21. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-05-0106>
- Barnes, M. E., Supriya, K., Dunlop, H. M., Hendrix, T. M., Sinatra, G. M., & Brownell, S. E. (2020b). Relationships between the religious backgrounds and evolution acceptance of Black and Hispanic biology students. *CBE—Life Sciences Education*, 19(4), ar59. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-10-0197>
- Barnes, M. E., Supriya, K., Zheng, Y., Roberts, J. A., & Brownell, S. E. (2021). A new measure of students' perceived conflict between evolution and religion (PCoRE) is a stronger predictor of evolution acceptance than understanding or religiosity. *CBE—Life Sciences Education*, 20(3), 1-16. <https://doi.org/10.1187/cbe.21-02-0024>
- Barnes, M. E., Werner, R., & Brownell, S. E. (2020c). Differential impacts of religious cultural competence on students' perceived conflict with evolution at an evangelical university. *The American Biology Teacher*, 82(2), 93-101. <https://doi.org/10.1525/abt.2020.82.2.93>
- Berti, A. E., Barbetta, V., & Toneatti, L. (2017). Third-graders' conceptions about the origin of species before and after instruction: An exploratory study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 215–232. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9679-5>
- Bunge, M. (1981). *La ciencia: Su método y su filosofía*. Siglo XX.
- Carter, B. E., & Wiles, J. R. (2014). Scientific consensus and social controversy: Exploring relationships between students' conceptions of the nature of science, biological evolution, and global climate change. *Evolution: Education and Outreach*, 7(6), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0006-3>
- Chalmers, A. (1997). *¿La ciencia y cómo se elabora?* (3rd ed.). Siglo XXI Editores.
- Chalmers, A. (2015). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (4th ed.). Siglo XXI de España Editores, S.A.
- Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications, Inc.
- Darwin, C. (2001). *El origen de las especies: Por medio de la selección natural o conservación de las razas en su lucha por la existencia* (E. Martínez, Trans.). ERREPAR, S. A. (Original work published 1859).
- Delgado-Marrero, G. A. (2016). *Estudio de caso de las concepciones de estudiantes universitarios sobre mutación, selección natural y adaptación* (Publication No. 10254175) [Doctoral dissertation, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras]. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Deniz, H., & Sahin, E. A. (2016). Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among Turkish preservice biology teachers and the relationship between acceptance and teaching preference. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 20(4), 21-43.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using SPSS* (4th ed.). SAGE Publications, Inc.
- Figuerola-Molina, R. (1998). *Concepciones de los estudiantes de primer año universitario sobre la naturaleza de la ciencia-conocimiento científico desde las perspectivas epistemológicas empirista positivista y constructivista* [Unpublished doctoral dissertation]. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Fouad, K. E. (2018). Pedagogical implications of American Muslims' views on evolution. In H. Deniz & L. Borgerding (Eds.), *Evolution education around the globe* (pp. 15-39). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90939-4_2
- Fowler, F. J., Jr. (2009). *Survey research methods* (4th ed.). SAGE Publications, Inc.

- George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS statistics 25 step by step: A simple guide and reference* (15th ed.). Taylor & Francis.
- Gliem, J. A., & Gliem, R. R. (2003, October 8-10). *Calculating, interpreting and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales* [Conference paper]. Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education, Columbus, OH, United States. <https://scholarworks.iupui.edu/bitstream/handle/1805/344/Gliem%20%26%20Gliem.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hameed, S. (2008). Bracing for Islamic creationism. *Science*, 322(5908), 1637-1638. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1163672>
- Hurd, P. (1975). Science, technology, and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *Science Teacher*, 42(2), 27-30.
- Lindsay, J., Arok, A., Bybee, S. M., Cho, W., Maskiewicz Cordero, A., Ferguson, D. G., Galante, L. L., Gill, R., Mann, M., Peck, S. L., Shively, C. L., Stark, M. R., Stowers, J. A., Tenneson, M., Tolman, E. R., Wayment, T., & Jensen, J. L. (2019). Using a reconciliation module leads to large gains in evolution acceptance. *CBE-Life Sciences Education*, 18(4), ar58. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-04-0080>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 5-55.
- Masci, D. (2019, February 11). *For Darwin Day, 6 facts about the evolution debate*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/02/11/darwin-day/>
- McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 24-27.
- Miller, J. D., Scott, E. C., Ackerman, M. S., Laspra, B., Branch, G., Polino, C., & Huffaker, J. (2022). Public acceptance of evolution in the United States, 1985-2020. *Public Understanding of Science*, 31(2), 223-238. <https://doi.org/10.1177/09636625211035919>
- Morales-Ramos, E. M. (2016). *Concepciones y concepciones alternativas de estudiantes universitarios/as de biología y futuros maestros/as de ciencia de escuela secundaria sobre la teoría de evolución biológica por selección natural* (Publication No. 10116945 [Doctoral dissertation, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras]. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- National Academies. (2023). *Science and religion*. <https://www.nationalacademies.org/evolution/science-and-religion>
- Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2007). Does increasing biology teacher knowledge of evolution and the nature of science lead to greater preference for the teaching of evolution in schools? *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 699-723. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9062-7>
- Nelson, C. E., Scharmann, L. C., Beard, J., & Flammer, L. I. (2019). The nature of science as a foundation for fostering a better understanding of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 12(6), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0100-7>
- Nieves-Viera, M. (2013). *Desarrollo y validación de un cuestionario para auscultar las concepciones epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia, el conocimiento científico y el quehacer científico en estudiantes en formación magisterial y estudiantes de ciencias naturales* [Unpublished doctoral dissertation]. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Peñaloza, G., El-Hani, C. N., & Mosquera-Suárez, C. J. (2021). Between scientific ideas and Christian religious beliefs. *Science & Education*, 30, 931-965. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00218-x>
- Pérez, G. M., Gómez-Galindo, A. A., & González-Galli, L. (2018). Enseñanza de la evo-

- lución: Fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2102
- Pett, M. A., Lackey, N. R., & Sullivan, J. J. (2003). *Making sense of factor analysis: The use of factor analysis for instrument development in health care research*. SAGE Publications, Inc.
- Plutzer, E., Branch, G., & Reid, A. (2020). Teaching evolution in U.S. public schools: A continuing challenge. *Evolution: Education and Outreach*, 13(14). <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00126-8>
- Reiss, M. J. (2019). Evolution education: Treating evolution as a sensitive rather than a controversial issue. *Ethics and Education*, 14(3), 351-366. <https://doi.org/10.1080/17449642.2019.1617391>
- Rivas, M. L., & González-García, F. (2016). ¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 248-263. <http://hdl.handle.net/10498/18287>
- Román, V., & Cappozzo, L. (2010). *Darwin 2.0: La teoría de la evolución en el siglo XXI*. Editorial Marea SRL.
- Rutledge, M. L., & Sadler, K. C. (2007). Reliability of the measure of acceptance of the theory of evolution (MATE) instrument with university students. *The American Biology Teacher*, 69(6), 332-335. <https://doi.org/10.2307/4452173>
- Sbeglia, G. C., & Nehm, R. H. (2020). Illuminating the complexities of conflict with evolution: Validation of the scales of evolutionary conflict measure (SECM). *Evolution: Education and Outreach*, 13(23), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00137-5>
- Sharmann, L. C. (2018). Evolution and nature of science instruction. *Evolution: Education and Outreach*, 11(14), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12052-018-0088-4>
- Silva, H. M., & Mortimer, E. F. (2020). Teachers' conceptions about the origin of humans in the context of three Latin American countries with different forms and degrees of secularism. *Science & Education*, 29, 691-711. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00124-8>
- Soto-Sonera, J. (2006). *Implicaciones educativas de las creencias religiosas de los docentes de ciencia en la enseñanza del tema "evolución biológica": Un estudio de caso* (Publication No. 3218122) [Doctoral dissertation, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras]. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Soto-Sonera, J. (2009). Influencia de las creencias religiosas en los docentes de ciencia sobre la teoría de la evolución biológica y su didáctica. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14(41), 515-538. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662009000200008
- Tashakkori, A., Johnson, R. B., & Teddlie, C. (2020). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences* (2nd ed.). SAGE Publications, Inc.
- Tibell, L. A. E., & Harms, U. (2017). Biological principles and threshold concepts for understanding natural selection. *Science & Education*, 26, 953-973. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9935-x>
- Tolman, E. R., Ferguson, D. G., Mann, M., Cordero, A. M., & Jensen, J. L. (2020). Reconciling evolution: Evidence from a biology and theology course. *Evolution: Education and Outreach*, 13(19), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00133-9>

- Tourangeau, R., Rips, L. J., & Rasinski, K. (2000). *The psychology of survey response*. Cambridge University Press.
- Vázquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31. <http://hdl.handle.net/10498/14621>
- Weisberg, D. S., Landrum, A. R., Metz, S. E., & Weisberg, M. (2018). No missing link: Knowledge predicts acceptance of evolution in the United States. *BioScience*, 68(3), 212-222. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix161>