



UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

**Maestría
En Gestión Educativa**

**Más Allá de las Pruebas de Hipótesis. Investigación de la
Diversidad de Métodos Científicos en la Comprensión de los
Profesores de Ciencia. Estudio de Replicación de Ioannidou y
Erduran, (2020).**

Nombre de los autores

Verónica Emperatriz Valencia Coca

Licenciada en Ciencias de la Educación Mención en Educación

Básica y PhD. Jimmy Antonio Zambrano Ramírez.

Director del Trabajo de Titulación

PhD. Jimmy Antonio Zambrano Ramírez

Guayaquil, 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Verónica Emperatriz Valencia Coca y Jimmy Antonio Zambrano Ramírez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Verónica Emperatriz Valencia Coca

Nombre y firma.



Firmado electrónicamente por:
JIMMY ANTONIO
ZAMBRANO RAMIREZ

Jimmy Antonio Zambrano Ramírez

Nombre y firma.

Resumen

La educación científica tiene mucha relevancia y los profesores deben enseñar y promover que existen varios métodos que pueden ser adaptados a la necesidad de lo que se quiere investigar. Para este estudio de réplica participaron voluntariamente 401 profesores ecuatorianos de ciencias (Física, Química y Biología). Este estudio empírico siguió el artículo de Ioannidou y Erduran (2020), los objetivos fueron: evaluar la comprensión de los profesores de ciencias, sobre los métodos científicos y examinar sus puntos de vista, sobre la diversidad de métodos científicos. La metodología consistió en una encuesta que los profesores respondieron en línea. Los resultados mostraron que los profesores requieren más comprensión y presentan una visión ingenua sobre la diversidad de los métodos científicos. Este estudio destaca el valor de la capacitación para los profesores de ciencias, con una visión enfocada a la diversidad metodológica, utilizando la matriz de Brandon y encaminada en mejorar las prácticas educativas.

Palabras clave: métodos científicos, ciencias, profesores, diversidad metodológica.

Abstract

Scientific education is very relevant, so teachers must teach and promote that there is not only a single scientific method framed in hypothesis testing, but that there are several methods that can be adapted to the needs of what is to be investigated. For this replication study, 401 Ecuadorian science teachers (Physics, Chemistry and Biology) participated voluntarily. This empirical study resulted in teachers following the study by Ioannidou and Erduran (2020), the objectives were: to assess the understanding of science teachers about scientific methods and to examine the views of science teachers about diversity. of scientific methods. The methodology consisted in designing a survey that the teachers answered online. The results showed that in the nature of science the teachers came close to the correct answers and regarding the understanding of the methods, more than half presented an ingenious vision about the knowledge of scientific methods. This study highlights the value of teacher training with a vision focused on methodological diversity, based on the use of the Brandon matrix and aimed at improving educational practices.

Keywords: scientific methods, science, teachers, methodological diversity.

Más Allá de las Pruebas de Hipótesis. Investigación de la Diversidad de Métodos Científicos en la Comprensión de los Profesores de Ciencia. Estudio de Replicación de Ioannidou y Erduran, (2020)

El progreso de la ciencia al igual que la tecnología y el fácil acceso a los diferentes medios de comunicación hacen que el mundo esté informado y en constante evolución. Por consiguiente, la educación basada en la enseñanza de las ciencias experimentales debe ir a la par con la realidad y las necesidades que nos circundan (Colorado y Gutierrez, 2016). Es importante que los profesores no tengan una visión ingenua sobre el método científico y conozcan que no existe un solo método sino varios y junto con sus estudiantes utilicen las tecnologías para favorecer la participación, motivación y unirse a talleres de herramientas digitales para aprender ciencia (Rivas y Miranda, 2021).

El presente estudio empírico es una réplica de Ioannidou y Erduran (2020) se realizó debido a que hay muy poca información en Ecuador sobre profesores de secundaria en las áreas de ciencias como Química, Física y Biología que se enfoquen en la comprensión de los métodos científicos. Este estudio pretende contribuir a la discusión teórica que enfoca a los profesores como mediadores del plan de estudios de ciencias, los cuales juegan un papel activo en la incorporación de la idea de pluralismo metodológico en sus prácticas docentes, para fomentar el gusto de los educandos por la ciencia y optimizar la eficacia de la educación. A continuación, se presenta una investigación realizada a 450 profesores de ciencias del Ecuador. Se examinó si los profesores de ciencia usan un único esquema para enseñar el método científico y se proyecta a promover la forma como se puede diversificar los métodos científicos en la enseñanza aprendizaje, encontrando interesantes hallazgos para poder ofrecer sugerencias (Ioannidou y Erduran, 2020).

Importancia de Utilizar la Diversidad de los Métodos Científicos

Erduran et al., (2011) basado en el estudio de la Matriz de Brandon (1994), explica que una investigación puede ser experimental sin involucrar la prueba de hipótesis, mientras que hay investigaciones que no incluyen la manipulación de una variable ni la prueba de hipótesis. Los profesores de ciencias están llamados a saber identificar en los libros que los estudiantes utilizan en las escuelas públicas y particulares, la propuesta experimental y el método científico planteado, que muchas veces es un conjunto de pasos rígidos a seguir, como si fuese el único proceso, estando al alcance del educador, ser el guía para que este mito se descontinúe y no se siga solo dicha estructura como una simple receta, sino hay que dar paso a la diversidad metodológica y a la creatividad.

Según Erduran et al.(2011), las actividades escolares que se plantean en ciencias por lo general limitan la participación de los estudiantes y no ofrecen oportunidades para el desarrollo del pensamiento epistémico y las habilidades metacognitivas. La cobertura del método científico en las escuelas está bajo la responsabilidad de los profesores y es importante que se tome en cuenta que la manera como se aprende en ciencias tenga una variedad de métodos y no solo sea repetitivo o teórico para el estudiante, muchas veces suele pasar que las prácticas de laboratorio son las mismas en cada uno de los años, siguiendo el mismo método y no se toma en cuenta que se debe dar paso a nuevas formas aprender ciencia, donde el estudiante investigue, descubra y sea el protagonista de su propio aprendizaje. La Universidad de Oxford es pionera en comenzar a demostrar que la matriz de Brandon, es importante en la enseñanza de la diversidad de métodos científicos y favorece a estudiantes de ciencias, ingenieros y técnicos, ya que da apertura a la creatividad. También ya en el mundo laboral contemporáneo, las investigaciones pueden basarse solo en registros de parámetros y no necesariamente en una prueba de hipótesis. (Erduran y Wooding, 2021). Además, se puede perder la finalidad de enseñar ciencias, como es la alfabetización científica

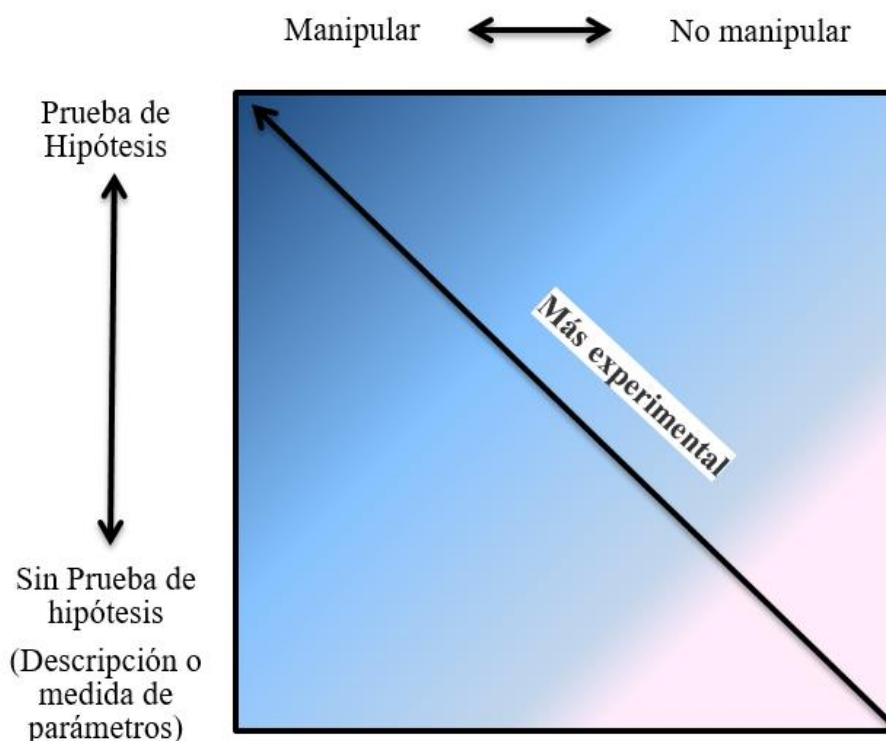
dinámica para lograr individuos más responsables, reflexivos, críticos, comprometidos con su entorno, equitativos y solidarios con el planeta (Martín Díaz, 2002).

Métodos Científicos y Educación Científica

Brandon (1994), representa gráficamente un espacio de experimentación y en la Figura 1, explica que las investigaciones ubicadas más hacia la esquina superior izquierda son más experimentales, y menciona que una persona puede ser un empirista y sin ningún problema también podría optar por el trabajo descriptivo, no manipulativo como se ve representado en la esquina inferior derecha.

Figura 1

Espacio de Experimentalidad de Brandon 1994



Este estudio se centra en la diversidad metodológica que ha sido y es utilizada por los científicos para hacer ciencia. En la Figura 2, se representa los cuatro métodos científicos que han sido usados por personas que hacen ciencia y ahora son considerados también por

personas naturales, siendo más notoria la aplicación en la práctica de la Biología Evolutiva, encontrando muchos ejemplos donde se aplican todos estos métodos. (Brandon, 1994)

Figura 2

Representación de Métodos Científicos de Brandon 1994

		Experimento u observación	
		Manipular	No manipular
Descriptiva o experimental	Con prueba de hipótesis	Con prueba de hipótesis manipulativa. (Se prueba una hipótesis y se pueden cambiar las variables. Presente en mayoría de aulas)	Con prueba de hipótesis no manipulativa. (Se prueba una hipótesis y no cambian las variables)
	Sin prueba de hipótesis. Con descripción o medida de parámetros	Descripción o medición de parámetros manipulativos. (No se prueba una hipótesis, pero se manipula una variable.)	Descripción o medición de parámetros no manipulativos. (No se prueba una hipótesis, ni se manipula ninguna variable)

Nota. En la figura se muestra los cuatro métodos científicos que son un tipo de investigación importante, que pueden ser utilizados para realizar experimentos e indagaciones. Adaptada de Brandon 1994, pág.63.

En cada cuadro se observa el método científico y su variedad, existen cuatro tipos de métodos científicos que son los siguientes: con prueba de hipótesis manipulativa, con prueba de hipótesis no manipulativa, también la medición de parámetros manipulativos y la medición de parámetros no manipulativos. Al momento de desarrollar una investigación

debemos tomar en cuenta que la investigación necesita actividades dirigidas, organizadas y secuenciales y una evaluación coherente a las habilidades prácticas que van a desarrollar los estudiantes.

Una correcta selección de recursos relacionados a los diferentes métodos científicos puede favorecer la comprensión de estos y más si encontramos tecnologías de aprendizaje y conocimiento que son creadas para esa finalidad. En el siguiente enlace <https://acortar.link/pFcZGy> podremos encontrar ejemplos de la aplicación de los cuatro métodos científicos en la educación y recursos interesantes que sirven de apoyo para los profesores que enseñan ciencias, reforzando la comprensión de los métodos, especialmente videos y guías con ejemplos basados en la Matriz de Brandon, mismos que están abiertos al público para gratuitamente descargarlos (Wooding et al., 2020).

Castán (2014) menciona que el método científico es un compendio de pasos o etapas que se deben seguir de forma sistemática, dando prioridad a un único esquema a seguir como método científico donde menciona la siguiente secuencia: 1) definición del problema, 2) formulación de hipótesis 3) recopilación y análisis de datos, 4) confirmación o rechazo de hipótesis, 5) resultados, 6) conclusiones y los científicos comunican sus hallazgos revisando su hipótesis inicial. Este modelo ha demostrado ser atractivo para la gran mayoría de profesores en su práctica, debido a que representa un proceso simple de seguir para los estudiantes para que puedan planificar, realizar y comunicar investigaciones científicas. Sin embargo, el presente estudio hace un llamado a los profesores para que pongan en práctica otra forma de hacer ciencia, enseñando la diversidad metodológica, a la vez fomentando la investigación con el uso de las tecnologías y también nunca dejar de lado en el modo de evaluar a los estudiantes que complementa la experiencia. (Latorre et al., 2018).

Según el estudio realizado por Ioannidou y Erduran (2020), las planificaciones que realizan los profesores para trabajar en las prácticas de laboratorio de ciencias siguen un

esquema de pasos establecidos en los libros que emplean los estudiantes y se ha creado la idea que ese es el único proceso del método científico que se debe seguir siempre. Muchas veces los mismos profesores desconocen que existen otros métodos científicos que se podrían usar para llegar a resultados sin la necesidad de forzosamente establecer una hipótesis.

Erduran y Wooding (2021) muestran que la investigación de Brandon (1994) colaboró con una matriz que describe los métodos científicos, mismos que se centran en la diversidad de los enfoques que usan los científicos. Además, sugiere que no todos los experimentos se basan en la prueba de hipótesis, y que no todo el trabajo descriptivo es, no manipulativo.

Zambrano y Yaguarema (2021) indican que los recursos se pueden optimizar con ambientes de aprendizaje efectivos que incluye el apoyo con tecnologías. Para esto se debe realizar una revisión de los métodos relevantes donde sugieren que se escoja los que tengan una evidencia científica más sólida. Además, se debe tener en cuenta la carga cognitiva para implementar entornos de educación ajustados a los conocimientos previos y la capacidad cognitiva de los educandos y así aprovechar al máximo los recursos. También es muy probable que el uso combinado de estrategias metodológicas y didácticas (ejemplos resueltos+ modalidad + práctica intercalada), ayudaría a promover que los aprendizajes sean significativos y duraderos. Es importante mencionar que estas orientaciones complementan y caen muy bien para que los profesores y futuros profesionales de la educación tomen en cuenta al momento de planificar sus clases para tener éxito enseñando la variedad de métodos científicos que propone este estudio.

Según Erduran y Wooding (2021), el tratamiento de varios métodos y evaluaciones sumativas coherentes a las prácticas, son muy importantes para que los educandos ingresen a las universidades con las habilidades suficientes y puedan relacionar los datos recopilados a través de actividades prácticas con el conocimiento teórico que obtienen en las clases y si esto no se logra podría afectar su comprensión de la ciencia. Es significativo destacar que los

profesores del área de ciencias son quienes siempre están buscando estar informados e instruidos, por lo que este estudio una vez socializado, seguro servirá para clarificar dudas y también como apoyo para la labor docente, sirviendo como motivación para empezar a poner en práctica la pluralidad de los métodos científicos.

Las preguntas de investigación tomadas de Ioannidou y Erduran (2020) que guiaron este estudio son las siguientes:

1. ¿Cuál es la comprensión de los profesores de ciencias sobre los métodos científicos?
2. ¿Cómo ven los profesores de ciencias la diversidad de métodos científicos?

Siguiendo este mismo estudio con base en las preguntas de investigación se han planteado los siguientes objetivos:

1. Evaluar la comprensión de los profesores de ciencias, sobre los métodos científicos.
2. Examinar los puntos de vista de los profesores de ciencias, sobre la diversidad de métodos científicos.

Método

Participantes

El estudio se realizó con 401 profesores ecuatorianos de ciencias, específicamente de Física, Química y Biología, de secundaria de escuelas públicas fiscales y fiscomisionales de Napo 172 participantes (42.9%), Orellana 115 participantes (28.7%) y parte de Pichincha 114 participantes (28.4%). En cuanto a su relación laboral, 153 (38.2%) fueron con contrato temporal, 87 (21.7%) tenían nombramiento provisional, y 161 (40.1%) tenían nombramiento definitivo. La distribución por género fue de 215 hombres (53.6%) y 186 mujeres (46.4%), con una edad promedio de 40.59 años. El estudio fue aprobado por la Dirección de Investigación de la Universidad del Pacífico y la Coordinación Zonal 2 de Educación.

El 100% de los profesores se encuentran en servicio activo, mientras que su experiencia docente promedio fue de 11.37 años ($DE = 8.68$). Según la asignatura que

enseñan los profesores registraron los siguientes datos, Biología 95 profesores (23.7%), Física 119 profesores (29.7%), Química 80 profesores (20%) y profesores que trabajan con disciplinas combinadas o más de una ciencia 107 (26.7%). Los profesores participaron en el estudio, de forma voluntaria. Por lo tanto, el estudio siguió el método de muestreo de respuesta voluntaria.

Diseño y Procedimiento

Para este estudio, se utilizó una encuesta en línea de Google, tomando como base al artículo de estudio de replicación de Ioannidou y Erduran (2020) que hace mención a la Matriz de Brandon. Para evaluar la comprensión de los profesores de ciencias sobre los métodos científicos, se estableció como tarea 1 responder dos ítems de opción múltiple, con cuatro alternativas cada uno, de las cuales se podía seleccionar una sola respuesta. Para examinar los puntos de vista de los profesores de ciencias, sobre la diversidad metodológica se planteó como tarea dos responder siete preguntas. Se utilizó la escala Likert de 1 a 5 puntos donde 1 representa, totalmente en desacuerdo y 5 equivale a, totalmente de acuerdo.

La importancia de usar la matriz de Brandon radica en que proporciona una visión global de los métodos científicos que se usan para hacer ciencia y sirve para examinar a los profesores su capacidad para identificar cada uno de ellos y en especial si consideran obligatorio realizar las pruebas de hipótesis en una experimentación o investigación. También ayuda a identificar si los profesores utilizan la diversidad metodológica en las ciencias que enseñan y en caso de desconocimiento plantear cursos de capacitación o actualización para lograr ampliar las alternativas de experimentación e investigación en las distintas ciencias (Ioannidou y Erduran, 2020).

Tarea 1: Comprensión de los Componentes de la Matriz de Brandon

Los componentes básicos de la Matriz de Brandon son pruebas de hipótesis y manipulación de una variable. Por tanto, uno de los objetivos de la tarea 1 es evaluar a los

profesores la comprensión de estos dos elementos. Al hacerlo, los profesores clasificaban dos ejemplos de investigaciones en el aula escogiendo una de las cuatro opciones de respuesta como podemos observar en la figura 3 que se visualiza a continuación. Además se calificó usando una escala de valor del 0 al 3 donde tres era el valor más alto para las respuestas correctas, siendo para el ítem 1.1., la respuesta correcta la opción d y para el ítem 1.2., la opción a (Ioannidou y Erduran, 2020).

Figura 3.

Preguntas y Respuestas para la Tarea 1

Ítems	Guion	Respuestas de opción múltiple
1.1.	Los alumnos quieren responder a la siguiente pregunta: "¿Cuáles son las edades relativas de algunas características de la Luna?". Para responder a su pregunta, observan cuatro imágenes de la Luna para comparar los cráteres y su densidad.	a) Manipulación de una o más variables para probar una hipótesis b) Observación de una o más variables para probar una hipótesis
1.2.	Los alumnos quieren determinar el mejor diseño de molino de viento desarrollando y probando molinos de viento hechos de una variedad de materiales. Para esta investigación utilizan multímetros, generadores, cables PVC tuberías, telas y otros materiales de construcción. Su idea es que cuanto más ligero sea el material, más rápida será la rotación de la hoja. Por cada nuevo material que utilizan, miden la diferencia	c) Manipulación de una o más variables para describir una característica. d) Observación de una o más variables para describir una característica.

	en la velocidad del viento y la rotación de las aspas.	
--	---	--

Nota. En esta figura se muestra la Tarea 1 con dos ítems 1.1. y 1.2., cada uno con cuatro opciones de respuesta, que fueron tomados para ser replicados en el cuestionario aplicado a los profesores de ciencia (Ioannidou y Erduran, 2020).

Ioannidou y Erduran (2020) escogieron de entre varios libros de texto de ciencias los ejemplos a usar que representan dos de las categorías de la Matriz de Brandon (Figura 2), como son la prueba de hipótesis manipulativa y la medición de parámetros no manipulativos, pensando que resultarían más fáciles para que identifiquen los profesores. Es importante mencionar que el ítem 1.1., está enfocado a una orientación más científica, mientras que el ítem 1.2., se apunta en el contexto de la tecnología. Aunque parezcan dos investigaciones aisladas en estos dos ítems se considera que existe un patrón entre los procesos de prueba de hipótesis y la manipulación de parámetros (Ioannidou y Erduran, 2020). Los profesores que enseñan ciencias deben tener claro que el método científico no es único y la enseñanza debe considerar la diversidad metodológica, ya que no toda investigación requiere de la comprobación de una hipótesis y a la vez que se debe considerar los datos y ejemplos según el avance de la tecnología.

Tarea 2: Vistas de la Naturaleza de la Ciencia Subrayadas en la Matriz de Brandon

Ioannidou y Erduran (2020) utilizaron para examinar los puntos de vista de los profesores de ciencias sobre la diversidad de métodos científicos, elementos que se adaptaron de investigaciones anteriores, por lo que para esta réplica también fueron utilizados los siete ítems que conforman la tarea 2 que aplica la escala Likert como se muestra en la Figura 4, el primer ítem 2.1., fue adaptado por una rúbrica de puntuación utilizada por Kartal et al. (2018) y de la misma manera, el ítem 2.2., fue utilizado por Lederman et al. (2014) y se aclara que los artículos fueron seleccionados porque están en línea con los métodos científicos.

Es necesario explicar que cada ítem tiene su razón de ser, los ítems 2.4 y el 2.5, se enfocan en los puntos de vista de los profesores sobre la prueba de hipótesis y la manipulación de una variable, seguidamente los ítems 2.3 y 2.6 exploran la prueba de hipótesis manipulativas y la medición de parámetros no manipulativos, que se consideran como casos extremos y muchas veces no son tomados en cuenta al momento de enseñar ciencias.

Las tareas 1 y 2 fueron diseñadas de tal manera que permitan realizar comparaciones sobre la comprensión de los profesores, todo basado en los componentes de la Matriz de Brandon y es importante mencionar que las tareas fueron validadas por un equipo de expertos (Ioannidou y Erduran, 2020).

Figura 4

Preguntas en la Tarea 2 con sus Elementos de Focalización para la Construcción de los Ítems

Ítem	Construcciones de Focalización
2.1. Existe un método científico universal que siguen los científicos.	Puntos de vista generales sobre los métodos científicos.
2.2. Las investigaciones científicas siguen los procedimientos paso a paso.	Puntos de vista generales sobre los métodos científicos.
2.3. Un experimento no siempre es la mejor manera de probar una hipótesis.	Puntos de vista sobre los métodos científicos específicos de la Matriz de Brandon.
2.4. Para ser científica, una investigación debe incluir pruebas de hipótesis.	Puntos de vista sobre los métodos científicos específicos de la Matriz de Brandon.

2.5. Para ser científica, una investigación debe incluir la manipulación de una variable.	Puntos de vista sobre los métodos científicos específicos de la Matriz de Brandon.
2.6. Las observaciones que no incluyen la prueba de hipótesis o la manipulación de una variable no son investigaciones científicas.	Puntos de vista sobre los métodos científicos específicos de la Matriz de Brandon.
2.7. La ciencia no siempre sigue un método universal.	Puntos de vista generales sobre los métodos científicos.

Nota. En la Figura 4 se nota claramente que tres ítems fueron de los puntos de vista generales sobre los métodos científicos y cuatro ítems de los puntos de vista sobre los métodos científicos específicos de la Matriz de Brandon.

Materiales

Dado el escenario de emergencia por la pandemia llamada COVID-19, las actividades académicas de los profesores a nivel nacional en Ecuador se estaban llevando a cabo por medio de teletrabajo y viendo la necesidad de recabar la información para este estudio se procedió hacer uso de los medios virtuales con ayuda de internet, por lo que los materiales utilizados fueron en su mayoría equipos tecnológicos (i.e., celular, computador, impresora) y recursos digitales.

Mediciones

Tarea 1: Comprensión de los Componentes de la Matriz de Brandon

Ioannidou y Erduran (2020) plantearon la tarea 1 que evalúa a los profesores comprensión de los conceptos de la prueba de hipótesis y manipulación de variables. Y para evaluar las respuestas de opción múltiple a los participantes se adjudicaron un valor de puntos por cada elemento correcto que contenían sus respuestas. Por tanto, la rúbrica de calificación quedó para cada ítem, con la puntuación máxima de tres (3) y la mínima de cero (0). La

Figura 5 muestra los puntos asignados para cada uno de los elementos de las respuestas de opción múltiple.

Figura 5.

Rúbrica de Puntuaciones para la Tarea 1

Ítems	Respuesta	Elementos incluidos	Puntos totales
1.1.	1a	Manipulación Hipótesis	0
	1c	Manipulación Parámetro	1
	1b	Observación Hipótesis	2
	1d (respuesta correcta)	Observación Parámetro	3
1.2.	2d	Observación Parámetro	0
	2b	Observación Hipótesis	1
	2c	Manipulación Parámetro	2
	2a (respuesta correcta)	Manipulación Hipótesis	3

Nota. La respuesta correcta esperada del ítem 1.1 correspondió a 1d y para el ítem 1.2 la respuesta esperada 2a. (Ioannidou y Erduran, 2020)

Tarea 2: Vistas de la Naturaleza de la Ciencia Subrayadas en la Matriz de Brandon

Para evaluar esta tarea se tomó en cuenta si los profesores tienen una visión más ingenua o una visión más informada con respecto a la naturaleza de las ciencias y también a los métodos científicos, se utilizó la escala Likert de cinco puntos, las puntuaciones oscilaron entre 1 totalmente en desacuerdo, que equivale a las opiniones más ingenuas y 5 totalmente de acuerdo, que se traduce a las opiniones más informadas. La rúbrica de puntuación aplicada para la Tarea 2 se presenta en la tabla 1 que se puede observar a continuación.

Tabla 1

Rúbrica de Puntuación para el Elemento de la Tarea 2.

Ítems	Respuestas				
	Visión más ingenua ←		Neutral	Visión más informada →	
	1	2	3	4	5
2.1 Existe un método científico universal que siguen los científicos.	TA	DA	N	D	TD
2.2 En las investigaciones científicas, siga los procedimientos paso a paso.	TA	DA	N	D	TD
2.3 Un experimento no siempre es la mejor manera de probar una hipótesis. *	TD	D	N	A	TA
2.4 Para ser científica, una investigación debe incluir pruebas de hipótesis.	TA	DA	N	D	TD

2.5 Para ser científica, una investigación debe incluir la manipulación de una variable.	TA	DA	N	D	TD
2.6 Las observaciones que no incluyen la prueba de hipótesis o la manipulación de una variable no son investigaciones científicas.	TA	DA	N	D	TD
2.7 La ciencia no siempre sigue un método universal. *	TD	D	N	A	TA
Para la presentación de los resultados en frecuencia y porcentajes	1 Se suman los resultados para la visión menos informada.		2 Neutral	3 Se suman los resultados para la visión más informada.	

Nota. La Escala Likert aplicada valoró: 1 punto, Totalmente en Desacuerdo (TD); 2 puntos, En Desacuerdo (D); 3 puntos, Neutral (N); 4 puntos, De Acuerdo (A); 5 puntos, Totalmente de Acuerdo (TA). Adaptada de Ioannidou y Erduran (2020)

*Las respuestas obtenidas deben considerarse en reversa para la tabulación.

Después de la evaluación de los participantes las respuestas se tabularon. Sin embargo, para la presentación de los resultados se unificó los puntajes, considerados más bajos 1 y 2, también los considerados más altos 4 y 5, permaneciendo el puntaje neutro con 3 puntos. Además, para examinar posibles patrones potenciales en las respuestas dadas, entre elementos, se calcularon las correlaciones para comprobar si existe redundancia en los ítems o cada uno evalúa aspectos diferentes. Los resultados se exhiben en la siguiente sección (Ioannidou y Erduran, 2020).

Resultados

En esta sección, se presenta los resultados de las tareas 1 y 2 que realizaron los profesores y su comprensión de los componentes de la Matriz de Brandon, así como su visión de la ciencia con respecto a los métodos científicos.

Tarea 1 sobre la Comprensión de los Componentes de la Matriz de Brandon

Esta tarea uno, consta de dos ítems y seguidamente, se presentan las tablas con los resultados tanto del ítem el 1.1 como del ítem 1.2.

Tabla 4

Estadística Descriptiva del Ítem 1.1.

	Media	Desviación. Estándar
Género		
Hombre	2.12	.07
Mujer	2.37	.08
Relación Laboral		
Contrato temporal	2.23	.09
Nombramiento provisional	2.18	.12
Nombramiento definitivo	2.25	.09
Asignaturas		
Biología	2.16	.11
Física	2.19	.11
Química	2.38	.10
Combinado o más de una ciencia	2.23	.09

El ítem 1.1. tiene que ver con la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las edades relativas de algunas características de la Luna? Para responder a su pregunta, observan cuatro

imágenes de la Luna para comparar los cráteres y su densidad. Siendo la respuesta correcta a esta pregunta: observación de una o más variables para describir una característica. Para contestar a nuestra primera pregunta de investigación, se pidió a los profesores que categorizaran dos escenarios de investigaciones de los educandos en función de si utilizan pruebas de hipótesis y/o manipulación de las variables. Los resultados (Tabla 4) mostraron que los hombres tuvieron una puntuación más baja que las mujeres.

Además, se efectuó una comparación de las puntuaciones teniendo como variables independientes al tipo de relación laboral (i.e., contrato temporal, nombramiento provisional y nombramiento definitivo), la asignatura (Biología, Física, Química y Combinado o más de una ciencia) y la experiencia (i.e., el tiempo de trabajo). Sin embargo, no se encontró diferencia en experiencia ni en el tipo de contrato y tampoco en la disciplina (Tabla 5).

Tabla 5

Pruebas de Diferencia del Ítem 1.1

Fuente	<i>gl</i>	Media Cuadrática	F	<i>p</i>	η^2
Género	1	5.96	7.65	< .01	.02
Error	399	.78			
Total	401				
Contrato	2	.45	.56	.57	.01
Error	398	.79			
Total	401				
Disciplina	3	.30	.38	.77	.01
Error	397	.8			
Total	401				

Seguidamente en la tabla 6 se muestra el ítem 1.2. donde los profesores respondieron a la siguiente pregunta: Los alumnos quieren determinar el mejor diseño de molino de viento desarrollando y probando molinos de viento hechos de una variedad de materiales. Para esta investigación utilizan multímetros, generadores, cables, PVC tuberías, telas y otros materiales de construcción. Su idea es que cuanto más ligero sea el material, más rápida será la rotación de la hoja. Por cada nuevo material que utilizan, miden la diferencia en la velocidad del viento y la rotación de las aspas. La respuesta correcta con el puntaje más alto sobre 3 puntos es: manipulación de una o más variables para probar una hipótesis. Los resultados que se muestran en la tabla 6 indican que hay una media aritmética de 2.02 /3 ($n = 401$), sin embargo, es notorio que las mujeres se acercan más a la respuesta correcta.

Tabla 6

Estadística Descriptiva del Ítem 1.2

	Media	Desviación. Estándar
Género		
Hombre	1.87	1.11
Mujer	2.19	0.98
Relación Laboral		
Contrato temporal	1.89	1.06
Nombramiento provisional	2.11	1.08
Nombramiento definitivo	2.09	1.04
Asignaturas		
Biología	1.93	1.08
Física	2.06	1.02
Química	2.13	1.04
Combinado o más de una ciencia	2.02	1.06

Asimismo, en la tabla 7 se puede distinguir que las mujeres tienen una puntuación superior a la de los hombres. Sin embargo, se observó en el ANOVA que el efecto (eta cuadrado parcial) de .02 lo que significa que es bajo.

Tabla 7

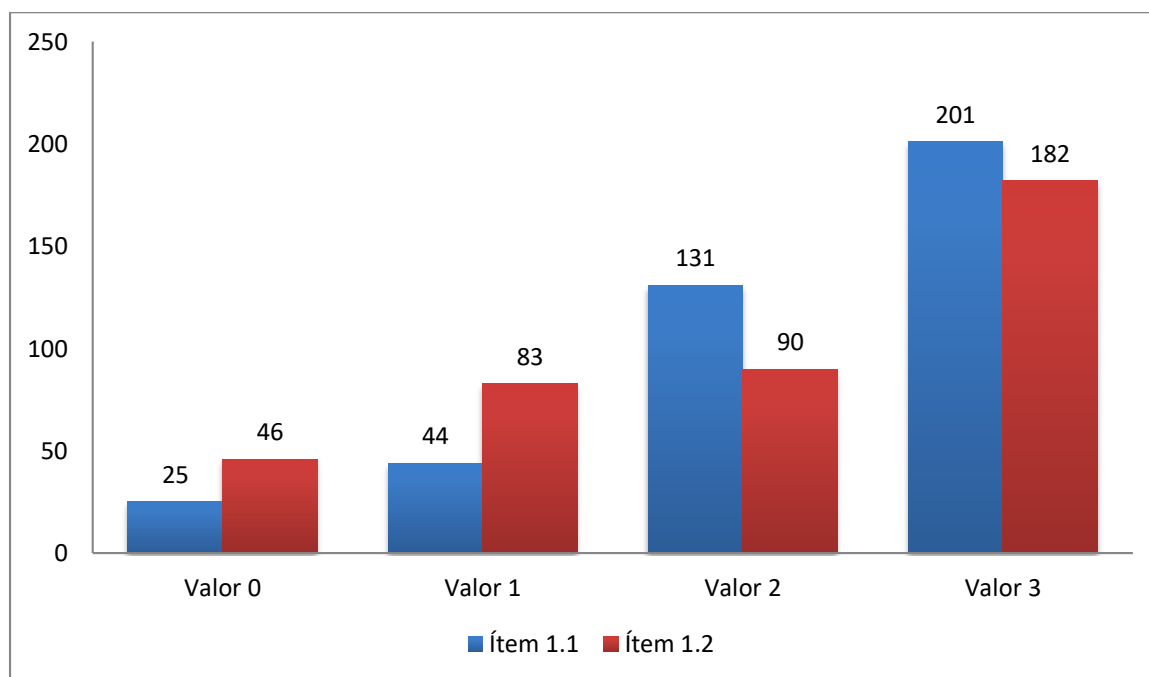
Prueba de Diferencia correspondiente al Ítem 1.2.

Fuente	gl	Media Cuadrática	F	p	η^2
Género	1	10.76	9.78	< .01	.02
Error	399	1.10			
Total	401				
Contrato	2	2.07	1.85	.159	.01
Error	398	1.12			
Total	401				
Disciplina	3	.71	.63	.59	.01
Error	397	1.13			
Total	401				

De la misma manera, en la figura 7 se da a conocer de forma general las respuestas de los participantes en la Tarea 1 donde se visualiza los dos ítems el 1.1 y el 1.2, donde las respuestas correctas son valoradas sobre tres puntos y en esta ocasión en ambos escenarios propuestos, los profesores de Ciencias el ítem 1.1 acertaron en un 50.12% a la respuesta correcta, mientras que en el ítem 1.2 alcanzan un 45.39% , sin embargo sumados los desaciertos hay un número considerable que aún requiere comprensión en los componentes de la Matriz de Brandon sobre la diversidad metodológica.

Figura 7

Tarea 1 Comprensión de los Componentes de la Matriz de Brandon Ítems 1.1 y 1.2 (n =401)



Tarea 2 sobre Perspectivas de la Naturaleza de la Ciencia según la Matriz de Brandon

Se procede a realizar las correlaciones entre ítems de la tarea 2 para los elementos generales de las perspectivas de la naturaleza de las ciencias. Como se muestra en la tabla 8 y la tabla 9, las correlaciones que se refieren a la Matriz de Brandon, específicamente a las perspectivas sobre los métodos científicos. Se debe tener en cuenta que las puntuaciones de los ítems 2.3 y 2.7 se han invertido. Se encontró que ninguna correlación tiene una puntuación mayor a 0.8, por lo que se puede sugerir que los ítems miden cosas o aspectos diferentes.

Tabla 8

Correlaciones entre Elementos Generales de la Perspectiva de la Naturaleza de las Ciencias.

	2.1. Existe un método científico universal que siguen los científicos	2.2. Las investigaciones científicas siguen los procedimientos paso a paso	2.7. La ciencia no siempre sigue un método universal ^a
2.1.	1	-	-
2.2.	.37**	1	-
2.7.	.15**	-.06	1

^a Escala invertida.

** $p < .01$, bilateral.

Tabla 9

Correlaciones de las Perspectivas sobre los Métodos Científicos según la Matriz de Brandon

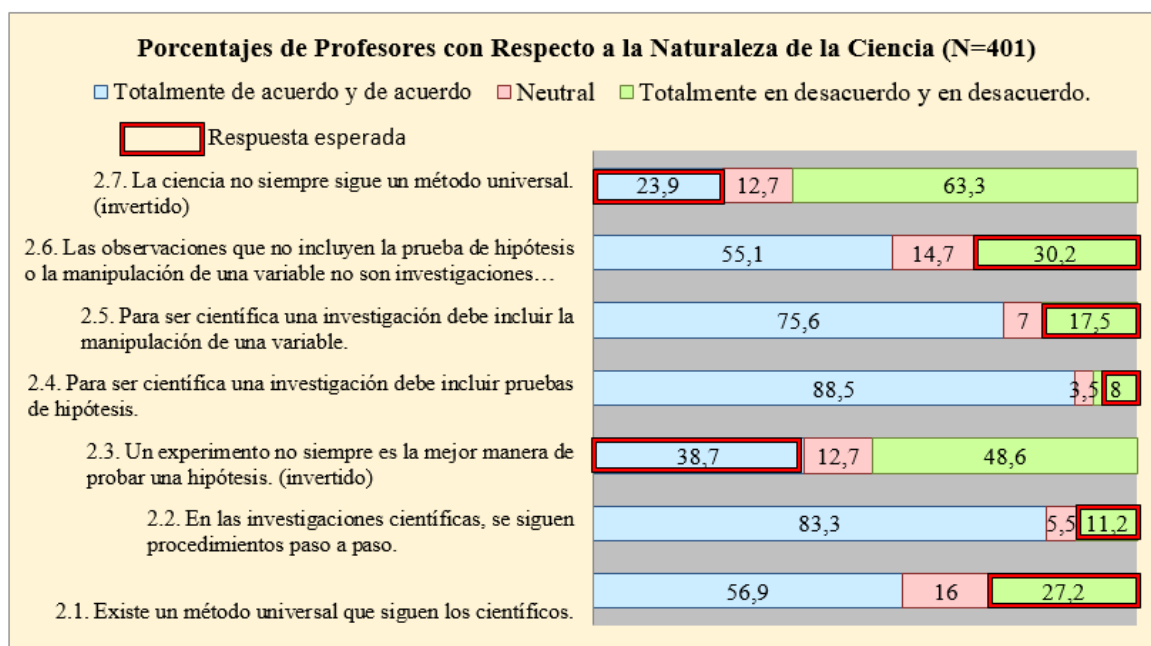
	2.4. Para ser científica, una investigación debe incluir pruebas de hipótesis.	2.5. Para ser científica, una investigación debe incluir la manipulación de una variable.	2.6. Las observaciones que no incluyen la prueba de hipótesis o la manipulación de una variable no son investigaciones científicas.	2.3. Un experimento no siempre es la mejor manera de probar una hipótesis*.
2.4.	1	-	-	-
2.5.	.31**	1	-	-
2.6.	.31**	.32**	1	-
2.3.	.04	.009	-.014	1

** $p < .01$, bilateral.

Seguidamente en la Figura 7 se muestra los porcentajes que obtuvieron los profesores con respecto a la naturaleza de la ciencia.

Figura 7

Tarea 2. Porcentajes de Profesores con Respecto a la Naturaleza de la Ciencia (n=401)



Nota. Los recuadros rojos (i.e., respuesta esperada) muestran que los docentes presentan una visión inexperta de la naturaleza de la ciencia y la variabilidad de los métodos científicos.

Con la cooperación voluntaria de 401 profesores del área de ciencias de la Zona 2 de Educación del Ecuador, las estadísticas descriptivas indicaron que el 56.9% de los profesores estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que existe un método científico universal que siguen los científicos, mientras que más de la mitad de los profesores con el 83.3% estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que en las investigaciones científicas se siguen procedimientos paso a paso. Además, nuevamente más de la mitad de la muestra con el 88.5% estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo en que, para ser científica, una investigación debe incluir pruebas de hipótesis. También, el 75.6% de la muestra estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo en que, para ser científica, una investigación debe incluir la manipulación de una variable.

El 55.1% de los participantes estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo que las observaciones que no incluyen prueba de hipótesis o la manipulación de una variable no son

investigaciones científicas. Los participantes en un 63.3% luego de invertir estas respuestas están en desacuerdo y totalmente en desacuerdo que, la ciencia no siempre sigue un método universal. Mientras que el otro de los resultados invertidos como el caso de un experimento no siempre es la mejor manera de probar una hipótesis, las respuestas de los participantes no sobrepasan la mitad con el 48.6% sin embargo no deja de ser medianamente significativo este resultado. Los resultados indican que los puntos de vista de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia se inclinan hacia los puntos de vista con visiones más ingenuas o menos informadas.

Discusión

La preparación de los profesores de ciencias (Biología, Química, Física) requiere de una instrucción más precisa sobre la pluralidad de los métodos científicos y una visión más amplia sobre la naturaleza de la ciencia. La Matriz de Brandon puede ayudar a orientar a los profesores en ejercicio y estudiantes que siguen las carreras de Ciencias de la Educación para que enseñen los métodos científicos que se usa en la ciencia. Además, puede promover de varios métodos científicos, a más de los establecidos en los libros de los estudiantes de primaria y secundaria, dando paso a una visión más amplia de la ciencia.

De acuerdo con esto, el propósito de este estudio fue conocer si los profesores de ciencias reconocen los diferentes métodos científicos y cuál es su punto de vista referente a la naturaleza de la ciencia. La primera pregunta de investigación fue ¿cuál es la comprensión de los profesores de ciencias sobre los métodos científicos? Los resultados sugieren que los profesores en su mayoría no comprenden la diversidad de métodos científicos, estos resultados coinciden con el artículo original usado para esta réplica, porque los docentes necesitan más comprensión conceptual sobre los métodos científicos y ellos deben desarrollar la destreza de reconocer los cuatro métodos utilizados en la ciencia con ayuda del marco de la Matriz de Brandon (Ioannidou y Erduran, 2020).

En este estudio a diferencia de Ioannidou y Erduran (2020), hizo una comparación entre géneros y se encontró que las mujeres se acercaron un poco más a las respuestas correctas. Una exploración de los descriptivos (i.e., media aritmética) sugiere que este resultado, si bien beneficia a las mujeres, no es alto. La revisión de la literatura no permite explicar las diferencias de género. Otros autores sugieren que no hay diferencias entre hombres y mujeres al momento de hacer ciencia, solo estereotipos como pensar que las mujeres son mejores por su instinto y una mejor memoria, o que los hombres son mejores por la cantidad de descubrimientos, sin considerar la inequidad de género a lo largo de la historia en educación (Vázquez et al., 2012).

Además, podría ser plausible esperar que un número mayor de profesores acierte en las preguntas, lo cual podría ser un indicador de una comprensión de los métodos científicos. Sin embargo, de 401 profesores de Ciencias que participaron en este estudio, en su mayoría ambos géneros no acertaron en las respuestas, lo que sugiere que no tuvieron un apropiado entrenamiento profesional educativo. Según Burn et al., (2022), la utilización de la matriz de Brandon, donde detalla los cuatro métodos que usan los científicos, permitirá a los profesores y estudiantes tener más herramientas y oportunidades para desarrollar sus prácticas e investigaciones.

Los resultados también consideraron la relación laboral y las asignaturas (i.e., Biología, Química y Disciplinas Combinadas). Sin embargo, al parecer, las perspectivas sobre la ciencia son similares independientemente del tipo de contrato y la asignatura que se enseña.

Con respecto a la tarea dos, que responde a la pregunta ¿Cómo ven los profesores de ciencias la diversidad de métodos científicos? y examinó los puntos de vista de los profesores de ciencias sobre la diversidad metodológica, los resultados mostraron que hay una media aritmética de 2.02 sobre 3 ($n = 401$) en donde las mujeres tienen una puntuación superior a la

de los hombres. Sin embargo, en ambos casos los participantes demuestran tener puntos de vista ingenuos sobre la diversidad de los métodos científicos. En comparación con los resultados del artículo que sirvió de base para esta réplica, los resultados obtenidos también coinciden porque los profesores tienen la creencia que las investigaciones son científicas solo si siguen pasos secuenciales establecidos y necesariamente requieren de la evaluación de una hipótesis y el uso de variables. Esto también concuerda con estudios realizados por Kartal et al. (2018) donde se muestran resultados no satisfactorios de los puntos de vista de los profesores en cuanto a los métodos científicos y a su vez demuestra que una actualización y capacitación ayudan a romper el mito tradicional y los paradigmas establecidos para enseñar el método científico, que por lo general los encontramos plasmados en varios libros escolares.

Es notoria la necesidad de una actualización de conocimientos para los profesores de ciencias donde se socialice los métodos que usan los científicos según la Matriz de Brandon (1994) y a su vez se creen nuevos recursos didácticos y guías de prácticas para utilizar con los estudiantes (Burn et al., 2022). También se espera que este estudio ayude a discontinuar la creencia que el método científico es uno solo y sigue un proceso lineal que incluye siempre una prueba de hipótesis. Es importante considerar que los profesores para que enseñen una variedad de métodos científicos, deben tener claro el marco científico que van a seguir, así como su conocimiento informado de la naturaleza de la ciencia, sumado a esto también debe fortalecer sus competencias y cualidades docentes (Bybee, 2014).

En conclusión, los resultados de esta investigación mostraron que, en cuanto a la comprensión de la diversidad metodológica, más de la mitad de los profesores presentan una visión ingenua sobre el conocimiento de la variedad de los métodos científicos existentes, por lo que se pudo cumplir con el primer objetivo que era evaluar la comprensión de los profesores de ciencias, sobre los métodos científicos. También, en la naturaleza de las ciencias, los puntos de vista de los profesores se acercaron a las respuestas correctas según la

matriz de Brandon, por lo que se pudo cumplir con el segundo objetivo que pretendía examinar los puntos de vista de los profesores de ciencias, sobre la diversidad de métodos científicos. Estos hallazgos permiten sugerir que los profesores de ciencias requieren seguir actualizándose permanentemente en metodologías e investigación científica, para que el conocimiento de la diversidad metodológica, lleven a la praxis educativa y contribuyan a mejorar la calidad de la educación. Además, las instituciones de nivel superior tomen en cuenta este estudio de réplica y en su pensum de estudios incluyan el marco teórico de la Matriz de Brandon para enseñar la diversidad metodológica, especialmente en las carreras de ciencias de la educación y promover una comprensión más acertada de la naturaleza de las ciencias, misma que repercutirá en el proceso de aprendizaje para las futuras generaciones fomentando la investigación científica.

Capacitar a los profesores puede ser complejo y demorado (Burn 2022). Sin embargo, es importante que tutores universitarios se tomen el tiempo de evaluar los dogmas del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia para complementar su formación y realizar muchos ejercicios contextualizando la teoría a la práctica.

Implicaciones Educativas

Es importante mencionar que, con la mejor preparación de los profesores en didáctica, pedagogía, una correcta selección de libros, recursos didácticos y creación de guías para trabajar, que contengan propuestas con variedad de métodos científicos, se puede evitar condenar a los estudiantes a limitar su aprendizaje y evolución en el campo científico. Desde la postura de este estudio es necesario que los profesores estén en constante actualización y poniendo su creatividad en juego para lograr crear un equilibrio entre métodos, lo que se enseña y mejores formas de evaluar los procesos de aprendizaje (Campanario y Moya, 1999).

Según Cullinane (2019), los modelos que representan al método científico que se muestran en los libros utilizados en las escuelas tienen descripciones incompletas. El hallazgo de su estudio sugiere la aplicación de la Matriz de Brandon, y nos proporciona amplias técnicas y enfoques que se utilizan en ciencia, así como una excelente herramienta analítica. Los hallazgos del presente estudio son consistentes con tales descripciones incompletas, porque la mayoría de nuestros participantes demostraron tener una visión ingenua de la ciencia, lo que podemos deducir que ellos a lo largo de su preparación académica no tuvieron la oportunidad de aprender la variedad de métodos científicos.

Otra implicación sería que la administración de los sistemas educativos nacionales organice periódicamente cursos de capacitación y actualización para el profesorado. Esto podría apoyarse en recursos accesibles desde la web, como artículos científicos actualizados, guías de trabajo, intercambio de experiencias de la aplicación de los cuatro métodos científicos, y replicación de ejemplos prácticos (véase el ejemplo de Erduran & Wooding, 2021 y el Apéndice A).

Limitaciones del estudio y futuras investigaciones

Una limitación de este estudio es que no tuvo en cuenta los variados métodos científicos de la Matriz de Brandon con las creencias de los estudiantes con respecto a los métodos científicos. Las futuras investigaciones podrían aclarar si la perspectiva de los docentes sobre la variedad metodológica está asociada a las creencias epistémicas de sus estudiantes (Cullinane et al., 2019).

Este estudio proporciona datos sobre profesores exclusivamente de ciencias. conocimientos previos sobre métodos científicos y su visión sobre la naturaleza de la ciencia. Pero, para las futuras investigaciones sería importante también tomar en cuenta el tipo de título universitario del profesor, para comparar e identificar si el desconocimiento de la variedad metodológica está asociado a una titulación universitaria diferente a la de ciencias

de la educación. Estos resultados podrían dar una pauta para fortalecer la importancia de enseñar la variedad de los métodos científicos de la Matriz de Brandon en todos los niveles y especialidades (Ioannidou y Erduran, 2020).

Referencias

- Brandon, R. N. (1994). Theory and Experiment in Evolutionary Biology Author (s): Robert N . Brandon Reviewed work (s): Source : Synthese , Vol . 99 , No . 1 , Experiments and Scientific Change (Apr . , 1994), pp . 59-73 Published by : Springer of scholarship . For more inf. *Change*, 99(1), 59–73.
<http://www.jstor.org/stable/20117886>
- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9381-4>
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(2), 179. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4085>
- Colorado Ordoñez, Paula & Gutierrez, L. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 8(1). <https://doi.org/10.22335/rlct.v8i1.363>
- Cullinane, A., Erduran, S., & Wooding, S. J. (2019). Investigating the diversity of scientific methods in high-stakes chemistry examinations in England. *International Journal of Science Education*, 41(16), 2201–2217.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1666216>
- Erduran, S., Ioannidou, O., & Baird, J. A. (2011). The impact of epistemic framing of teaching videos and summative assessments on students' learning of scientific methods. *International Journal of Science Education*, 43(18), 2885–2910.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1998717>
- Erduran, S., & Wooding, S. J. (2021). A Project Calibrate approach to summative assessment of practical science. *School Science Review*, 102(June), 71–78.

https://www.researchgate.net/publication/352878448_A_Project_Calibrate_approach_to_summative_assessment_of_practical_science

Ioannidou y Erduran, S. (2020). *Beyond Hypothesis Testing Investigating the Diversity of Scientific Methods in Science Teachers' Understanding*.

<https://doi.org/10.3390/e18050199>

Erdas Kartal, E., Cobern, W. W., Dogan, N., Irez, S., Cakmakci, G., & Yalaki, Y. (2018).

Improving science teachers' nature of science views through an innovative continuing professional development program. *International Journal of STEM Education*, 5(1).

<https://doi.org/10.1186/s40594-018-0125-4>

Latorre, E. L., Castro, K. P., & Potes, I. darío. (2018). Las TIC, LAS TAC y las TEP:

Innovación pedagógica. In *Universidad Sergio Arboleda*.

Martín Díaz, M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 1(2), 1.

http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_1.pdf

Rivas Vallecillo, K., & Maya Miranda, S. (2021). Experiencia del uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC ´ s) como estrategia para aprender ciencias en pandemia . *Congresos CLABES*.

<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/3375%0A>

Viera Liliana, Ramiírez Silvia, F. A. (2017). *El laboratorio en Química Orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico-tecnológicas*. 262–268.

<https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-pdf-S0187893X17300484>

Wooding, S., Cullinane, A., & Erduran, S. (2020). *Supporting the Teaching of Scientific Methods in Practical Science*. <https://projectcalibrate.web.ox.ac.uk/%0ACitation>

Zambrano, J., & Yaguarema, M. (2021). Estrategias de enseñanza efectivas para los tiempos

de y pospandemia. *YACHANA Revista Científica*, 10(2), 40–55.

<http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/674/553>

Apéndice

Apéndice A. Referencias Adicionales

Abd-El-khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>

Binns, I. C., & Bell, R. L. (2015). Representation of Scientific Methodology in Secondary Science Textbooks. *Science and Education*, 24(7–8), 913–936. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9765-7>

Castán, Y. (2014). Metodo Cientifico y Sus Etapas. *Instituto Aragonés De Ciencias De La Salud*, 2, 1–6. <https://claustrouniversitariodeorientee.edu.mx/pedagogia-linea/introduccionalmetodocientificoysusetapas.pdf>

Causil Vargas, L. A., & Rodríguez De la Barrera, A. E. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa*, 27, 105–128. <https://doi.org/10.30554/pe.1.4204.2021>

Chamizo, J. A., & García-Franco, A. (2013). Heuristics diagrams as a tool to formatively assess teachers research. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 19(2), 135–149. <https://doi.org/10.1080/13540602.2013.741841>

Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*, 90(5), 803–819. <https://doi.org/10.1002/sce.20147>

- Diego-Rasilla, F. (2004). El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo ciencia en clase de Biología. *Pulso: Revista de Educación*, 0(27), 111–118. <https://revistas.cardenalcisneros.es/index.php/PULSO/article/view/49>
- Ecarnot, F., Seronde, M. F., Chopard, R., Schiele, F., & Meneveau, N. (2015). Writing a scientific article: A step-by-step guide for beginners. *European Geriatric Medicine*, 6(6), 573–579. <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2015.08.005>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & 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>
- Reiss, M. J. (2020). Science Education in the Light of COVID-19: The Contribution of History, Philosophy and Sociology of Science. *Science and Education*, 29(4), 1079–1092. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00143-5>
- Rodríguez, J., Navarrete, Y., Estrada, O., & Vera, L. (2018). Valoraciones acerca de la relación entre competencias profesionales y las investigativas Comments on the Relation between Professional and Research Competencies. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(1), e13. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142019000100013&lng=es&tlng=pt.
- Vázquez et al., (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Universidad de Cádiz*. APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X. DOI: 10498/14621 <http://hdl.handle.net/10498/14621>
<http://reuredc.uca.es>

Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers and Education*, 149(January), 103818.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>

Zambrano R., J. (2016). Factores predictores de la satisfacción de estudiantes de cursos virtuales. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 217.

<https://doi.org/10.5944/ried.19.2.15112>

Anexos

Instrumento: encuesta

La encuesta en línea que sirvió para la recolección de datos, y contó con la participación voluntaria de 401 profesores de ciencias se puede visualizar ingresando al siguiente enlace:

<https://forms.gle/ymKXaSk6rBsosUJW9>

Operacionalización de las Variables

Operacionalización de Variables								
Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Dimensión operacional	Indicadores	Unidad de medida	Escala	Valor final
1. Nivel de comprensión de los profesores de ciencias sobre los métodos científicos.	La matriz de Brandon es la más utilizada por los científicos para las investigaciones, sabiendo que la utilización de esta diversidad metodológica facilita la comprensión de la ciencia y orienta a desarrollar más creatividad, habilidades y recursos para resolver problemas de la vida real.	Se aplica una encuesta en línea, cuyo cuestionario para esta variable tiene dos preguntas con cuatro alternativas de respuesta.	Casos de prácticas escolares reales de ciencias.	El profesor analiza los dos casos escolares de ciencias y para cada uno debe escoger una sola respuesta de las cuatro opciones dadas, las cuales están enfocadas en la variedad de los cuatro métodos científicos de la matriz de Brandon.	Comprende los componentes de la matriz de Brandon.	Puntaje	Ordinal	Escala de valor del 0 al 3 donde tres era el valor más alto para las respuestas correctas.
2. Puntos de vista de los profesores de ciencias sobre la diversidad de métodos científicos.	Es importante conocer los puntos de vista de los profesores para valorar qué tan informados están en relación a la diversidad de los métodos científicos.	Se aplica la encuesta en línea con siete ítems para esta variable, de los cuales tres ítems estuvieron enfocados en los puntos de vista generales sobre los métodos científicos y cuatro ítems dirigidos a los puntos de vista sobre los métodos científicos específicos de la matriz de Brandon.	Aplicación de métodos científicos en investigaciones.	El encuestado responde siete ítems en la escala Likert del 1 al 5. Los ítems 2.1. y 2.2. fueron seleccionados de otros artículos que están en línea con los métodos científicos, los ítems 2.4 y el 2.5, se enfocan en los puntos de vista de los profesores sobre la prueba de hipótesis y la manipulación de una variable, seguidamente los ítems 2.3 y 2.6 exploran la prueba de hipótesis manipulativa y la medición de parámetros no manipulativos, que muchas veces no son tomados en cuenta al momento de enseñar ciencias.	Identifica la diversidad de los métodos científicos.	Puntaje	Ordinal	La Escala Likert valoró utilizando valores del 1 al 5. Donde 1 y 2 corresponde a la valoración más baja o puntos de vista ingenuos, la puntuación de 3 se mantiene en neutral y los valores 4 y 5 corresponden a los puntos de vista más informados. Adaptada de Ioannidou y Erduran (2020)