



# **Naturaleza de la ciencia y género como temas transversales en cursos de Física I de la UNED de Costa Rica**

Nature of Sciences and Gender as transversal themes in Physics I courses at the UNED of Costa Rica

Volumen 23, Número 2

Mayo - Agosto  
pp. 1-28

Diana Herrero-Villarreal  
Marianela Navarro Camacho  
Rachel Korach Cascante

## **Citar este documento según modelo APA**

Herrero-Villarreal, Diana., Navarro Camacho, Marianela. y Korach Cascante, Rachel. (2023). Naturaleza de la ciencia y género como temas transversales en cursos de Física I de la UNED de Costa Rica. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 23(2), 1-28. Doi. <https://doi.org/10.15517/aie.v23i2.54184>

## Naturaleza de la ciencia y género como temas transversales en cursos de Física I de la UNED de Costa Rica

Nature of Sciences and Gender as transversal themes in Physics I courses at the UNED of Costa Rica

Diana Herrero-Villarreal<sup>1</sup>  
Marianela Navarro Camacho<sup>2</sup>  
Rachel Korach Cascante<sup>3</sup>

**Resumen:** Este artículo evalúa la incorporación de los marcos teóricos Naturaleza de la Ciencia (NDC) y perspectiva de género en la asignatura de Física I en una universidad estatal costarricense, modalidad a distancia, con población en sedes universitarias en todo el país, en el segundo cuatrimestre (mayo y setiembre) del 2022. Se implementaron estrategias para analizar cómo se ha desarrollado la ciencia, cuáles han sido sus lógicas internas de generación de conocimiento y las influencias de los contextos históricos y sociales en su devenir y se enfatiza la participación de la mujer en la construcción del conocimiento científico. El diseño metodológico fue mixto, se aplicó un pre y postest a 58 estudiantes y se desarrollaron conversatorios para profundizar en los resultados obtenidos. Para el análisis se obtuvo el diferencial entre los test y los conversatorios; se interpretaron con base en categorías establecidas a priori y otras emergentes. Los hallazgos demostraron que hay cambios en las concepciones sobre la ciencia en cuanto a su carácter dinámico, el contexto de justificación y descubrimiento. Se logró comprender que en la generación del conocimiento intervienen aspectos sociales, históricos y culturales, no obstante, persisten ideas ingenuas sobre el método científico. Desde la perspectiva de género, se reconoce la invisibilización de la mujer, la división del trabajo por sexos; se asume una posición ingenua sobre mujeres extraordinarias en la ciencia y no se reconoce la presencia de ideas sexistas dentro de las teorías científicas. Las mujeres participantes en el estudio lograron una mayor movilización hacia las concepciones de NDC y perspectiva de género esperadas.

**Palabras clave:** educación superior, pandemia, modelo educativo, acceso a la educación.

**Abstract:** This article evaluates the incorporation of the theoretical frameworks Nature of Science (NoS) and gender perspective in the course of Physics I at a state university, distance learning, with a population of university campuses from all over the country in the second quarter (May and September) 2022. Strategies were implemented to analyze how science has developed, what have been its internal logics for generating knowledge and the influences of historical and social contexts on its development, emphasizing the participation of women in its construction. The methodological design was mixed, a pre and post-test was applied to 58 students and conversations were held to deepen the results obtained. For the analysis, the differential between the tests and the conversations were obtained and interpreted based on categories established a priori and other emerging ones. The findings show that there are changes in the conceptions of science, in terms of its dynamic nature, the context of justification and discovery. It is possible to understand that social, historical and cultural aspects are involved in the generation of knowledge, however, naive ideas about the scientific method persist. From a gender perspective, the invisibility of women is recognized, the division of labor by sex, a naive position on extraordinary women in science is assumed, and the presence of sexist ideas within scientific theories is not recognized. The women participating in the study achieved greater mobilization towards the expected conceptions of NoS and gender perspective.

**Key words:** higher education, pandemic, educational models, access to education

<sup>1</sup> Profesora de la Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. Encargada de la cátedra de Física. Dirección electrónica: [dvillarreal@uned.ac.cr](mailto:dvillarreal@uned.ac.cr) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2909-2303>

<sup>2</sup> Profesora e investigadora en educación científica en la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Dirección electrónica: [marianela.navarrocamacho@ucr.ac.cr](mailto:marianela.navarrocamacho@ucr.ac.cr) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1624-810X>

<sup>3</sup> Profesora de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Dirección electrónica: [rachel.korach@ucr.ac.cr](mailto:rachel.korach@ucr.ac.cr) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4563-3763>

**Artículo recibido:** 23 de noviembre, 2022

**Enviado a corrección:** 13 de enero, 2023

**Aprobado:** 19 de abril, 2023

## 1. Introducción

La educación es producto de la cultura y al mismo tiempo la difunde, la desarrolla y la consolida (Mena-León, 2021). Por tanto, la educación científica debe ir más allá de una labor meramente propedéutica debido a la necesidad de que la ciudadanía adquiera una cultura científica.

En Costa Rica, al igual que en la mayoría de países, las mujeres, grupos étnicos tradicionalmente marginados y personas de bajo nivel socioeconómico son excluidas o tienen poco acceso al estudio de las ciencias naturales (Rodríguez y Navarro-Camacho, 2022). También, la Unesco ha alertado sobre la grave subrepresentación de mujeres en carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (Unesco, 2019). De ahí la importancia de promover una educación científica para la equidad y la justicia social.

Por lo general, los cursos iniciales en el área de la física se concentran en la enseñanza de las teorías del núcleo duro de la física clásica. Sin embargo, en la enseñanza de estos contenidos, difícilmente se vinculan aspectos relacionados con la filosofía, la historia y la sociología de las ciencias (Sanmartí, 2002).

Por lo anterior, esta investigación surge del interés de las investigadoras por incorporar los referentes teóricos: Naturaleza de la Ciencia (NDC) y perspectiva de género (G) en la asignatura de Física I (teoría) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) para enriquecer la concepción de ciencia que maneja el estudiantado y promover una visión más inclusiva. La propuesta implementada busca deconstruir la imagen ingenua de la ciencia y entenderla como cultura, así como valorizar el rol de la mujer en la construcción del conocimiento científico.

## 2. Referente teórico

Los constructos que fundamentan la propuesta pedagógica implementada refieren a la naturaleza de la ciencia, didáctica de la ciencia y feminismo, los cuales se desarrollan brevemente en este apartado.

### 2.1 Didáctica de la ciencia

La didáctica de la ciencia se puede definir como “ciencia de enseñar ciencia o la ciencia del profesorado de ciencias” (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2011, p.7). Integra registros teóricos de la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia. Sin embargo, no se le atribuye un carácter interdisciplinar, sino que es más bien una disciplina constituida a partir de las propias ciencias naturales (Adúriz-Bravo, 2000). Esa naturaleza epistémica es lo que estudia

la NDC, reconociéndola como el conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2001).

## 2.2 Naturaleza de la ciencia

La naturaleza de la ciencia es un área de conocimiento que aborda “qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cómo construye su conocimiento, cómo se relaciona con la sociedad, qué valores utilizan los científicos en su trabajo profesional, etc.” (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2017, p. 99).

En relación con la NoS, la postura predominante por un tiempo fue la de Lederman y su equipo (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000) que proponía trabajar siete rasgos de la ciencia (tenets), tales como: la diferencia entre la observación y la inferencia; las leyes y teorías científicas; el aspecto creativo en la ciencia; el marco teórico; el contexto social y cultural y su incidencia en la ciencia; el método científico funciona como un mito y el cambio en la ciencia es constante.

Matthews (2017) propuso en los años noventa complementar estos rasgos y trabajar en torno a características de la ciencia (features of science o FOS) más amplias y flexibles, incluyendo: Experimentación, Idealización, Modelos, Valores, Matematización, Tecnología, Explicación, Visiones del Mundo, Racionalidad, Feminismo, Realismo y Constructivismo.

Otras tendencias que intentan ampliar la NDC son las de la Whole Science propuesta por Allchin (2013) o el enfoque de parecidos de familia, originalmente postulada por Irzik y Nola (2011) y enriquecida con tres dimensiones adicionales por Erduran y Dagher (2014).

**Tabla 1**  
**Dimensiones sobre naturaleza de la ciencia, según Irzik y Nola (2011) con el aporte de Erduran y Dagher (2014)**

Dimensión	Ejemplos
Valores y objetivos científicos	Reconocer valores como objetividad, novedad, exactitud y adecuación empírica.
Prácticas científicas	Planteo de preguntas sobre el mundo y actividades para comprenderlo mejor.
Métodos científicos	Existen múltiples métodos científicos e investigaciones observacionales, así como experimentales.
Conocimiento científico	El conocimiento científico se expresa de múltiples formas como teorías, leyes, modelos para explicar y predecir fenómenos y cómo se relacionan.
Ethos científico	Existencia de normas importantes para generar conocimiento científico, como honestidad intelectual, respeto y protección a los sujetos humanos, colegas y ambiente.
Valores sociales	Respeto al ambiente, utilidad social y libertad.
Certificación social y divulgación	Rol de la revisión de pares, evaluación y crítica de las propuestas científicas.
Actividades profesionales	Prácticas de la comunidad científica. Rol de asistir a conferencias profesionales, presentar hallazgos, escribir propuestas de investigación y revisar trabajo de colegas.
Sistemas financieros	Rol de prioridades de financiamiento, comerciales e intereses específicos para permitir, controlar o limitar el conocimiento científico.
Estructuras políticas de poder	Temas de género, intereses coloniales, influencias ideológicas en el conocimiento científico y quién se beneficia.
Organizaciones sociales e interacciones	Estructuras organizacionales y transacciones relacionales entre y dentro de las comunidades científicas, jerarquías en las comunidades científicas.

**Fuente:** Elaboración a partir de Irzik y Nola (2011) y Erduran y Dagher (2014).

Otros desarrollos, abordan la necesidad de incorporar los aspectos de etnia, origen de clase social, cultura y género en el trabajo con naturaleza de la ciencia en la educación (Emran et al. 2020; Walls et al., 2013).

### 2.3 Feminismo y construcción del conocimiento científico

Dada la brecha en la participación de las mujeres en ciencias naturales, una clara sistematización del debate académico sobre algunos factores que inciden en esta brecha es la realizada por Clark (2005) quien ubica los siguientes puntos:

- Las diferencias biológicas entre hombres y mujeres no tienen un impacto relevante a nivel de habilidades científicas o matemáticas.
- Las mujeres se encuentran igual o mejor preparadas que los hombres para carreras científicas o tecnológicas y aun así abandonan estas carreras en mayor proporción.

- El currículo y la pedagogía en primaria inciden negativamente en la actitud de las niñas hacia las ciencias.
- Existe escasez de modelos a seguir de mujeres en ciencia e ingeniería lo cual incide negativamente en la percepción de esas trayectorias profesionales de las mujeres.
- Los materiales didácticos y el currículum inciden diferenciadamente en el rendimiento de las mujeres debido a libros de texto sexistas.
- La pedagogía del personal docente en ciencias, con expectativas sexistas favorece a los estudiantes sobre las estudiantes.

Clark (2005) organiza una serie de medidas en la educación científica para mejorar la subrepresentación de las mujeres en la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática como lo son el acceso a recursos materiales y humanos en el aula, el énfasis en las formas en que se puede utilizar la ciencia para mejorar la sociedad, la preferencia por metodologías de trabajo colaborativas, eliminación del lenguaje sexista e imágenes estereotipadas, poner alto a comentarios o actitudes sexistas en el aula, priorizar la profundidad sobre la cantidad de contenidos y reconocer la naturaleza política del conocimiento científico.

Autoras como Harding (1993; 2015) y Anderson (1995) describen y categorizan cómo se manifiesta el sexismo y la desigualdad desde un análisis epistemológico de las ciencias naturales. Ubican el impacto de la división del trabajo por género. También el simbolismo de género que implica la codificación de manera dicotómica, genérica y jerárquica, aspectos de la sociedad que no tienen género como disciplinas enteras. Se identifica la preponderancia del androcentrismo, en tanto se produce conocimiento concibiendo al ser humano estándar como masculino, de forma tal que se definen las características y las necesidades de los hombres como las universales.

Un cuarto aspecto es la integración del sexismo en las teorías científicas, como por ejemplo, utilizar estándares diferentes para considerar aceptables los efectos secundarios de los anticonceptivos para mujeres<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> A diferencia de los hombres, si bien es cierto los estándares o parámetros difieren en hombres y mujeres por aspectos biológicos, hay variación en los estándares que refieren a política pública en salud que establece que algunos efectos secundarios de la medicación sean diferentes para hombres en relación con las mujeres, principalmente en lo que refiere a efectos que tienden a reducir la libido. Estos efectos son aceptados para mujeres, no así para hombres. También, aspectos relacionados con la producción industrial de anticonceptivos para mujeres y no para hombres lo cual va directamente ligado al desarrollo técnico- científico relacionado con la regulación de la natalidad en que se establece un interés particular en desarrollar anticonceptivos para mujeres y no para hombres.

Otro ejemplo es cuando se cambiaron características del test de IQ de Stanford-Binet desarrollado por Lewis Terman con base en la presuposición de que los varones tenían que obtener notas superiores (Anderson, 1995). Esto en interacción dinámica con otras formas de discriminación como la racista o la clasista, como lo exponen Hill y Binge (2020) es lo que se conoce como posicionamiento interseccional.

Todos los elementos citados anteriormente deben ser considerados en el momento de representar la ciencia en la práctica educativa. Esto para no reproducir mitos relacionados con la concepción de ciencia y estereotipos de género ligados a ella.

### **3. Metodología**

#### **3.1 Enfoque**

Este estudio se considera mixto dada la naturaleza y el tratamiento de los datos. Se aplicaron dos test de NDC+G uno al inicio de la intervención y otro al final para medir el cambio en la concepción de ciencia y perspectiva de género. Las unidades de análisis y sentido se obtuvieron de las transcripciones de dos conversatorios de reflexión sobre temáticas de física, naturaleza de la ciencia y perspectiva de género.

#### **3.2 Población**

Las personas participantes fueron estudiantes de sedes universitarias de todo el país<sup>5</sup> de la asignatura Física I (teoría) de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, quienes cursan las carreras de Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Enseñanza de la Matemática, Ingeniería Agronómica, Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería en Telecomunicaciones.

Se realizó un muestreo por conveniencia, seleccionando al estudiantado matriculado en la asignatura de Física I (teoría) en el segundo cuatrimestre 20221. En total se matricularon noventa estudiantes, de los cuales 58 respondieron la totalidad de los instrumentos de manera voluntaria; 25 hombres y 33 mujeres. Se contó con el consentimiento del estudiantado para el uso de datos obtenidos en el pretest, el postest y los conversatorios.

---

<sup>5</sup> La UNED cuenta con 45 sedes universitarias distribuidas en las 7 provincias de Costa Rica. En este período académico, matricularon la asignatura estudiantes de 29 sedes universitarias. La modalidad de estudio es a distancia, por lo que el estudiantado tiene que autogestionar su aprendizaje; para ello cuenta con recursos didácticos en línea y una programación clara y precisa elaborada por el equipo docente de la Cátedra de Física. En esta modalidad educativa es fundamental el acompañamiento del profesorado mediante tutorías virtuales en videollamada sincrónica, así como foros de consultas y correo interno a través de la plataforma virtual.

### 3.3 Técnicas de recolección

Para evaluar el cambio en la concepción de NDC+G se aplicó un pretest y un postest. Estos instrumentos consistieron en cuestionarios con veintinueve enunciados acerca de concepciones de la NDC y perspectiva de género (NDC+G) que se debían clasificar, según su propia experiencia y creencias, con una escala de Likert (anexo 1). Los enunciados sobre NDC se basaron en el cuestionario de Barnes et al. (2015) y los ítems de perspectiva de género en las críticas a la ciencia desde la epistemología feminista, según las describe Anderson (1995). De esta forma se generó un cuestionario que se nombra como NDC+G.

Los enunciados fueron clasificados como afirmaciones o contradicciones de la NDC por personas expertas en educación científica y con experiencia en investigación en estos temas. Los enunciados sobre perspectiva de género fueron validados por personas investigadoras especialistas en género. Ambos grupos de especialistas brindaron realimentación sobre su claridad, precisión y accesibilidad mediante un instrumento de validación.

Tanto el pretest como el postest tenían los mismos enunciados; por ello se realizó un único pilotaje a un grupo de veintisiete estudiantes de la asignatura Física I (teoría). Con el producto de este pilotaje se mejoró la redacción de algunas preguntas.

### 3.4 Procesamiento de análisis

Las estrategias de recolección de datos se desarrollaron en tres fases; a continuación, se explica cada una de ellas.

#### 3.4.1 Aplicación del pretest y postest

Para la evaluación de los resultados de esta investigación, las personas estudiantes completaron un pretest y un postest sobre NDC+G (ambos contienen las mismas preguntas). Se aplicó uno al comienzo del curso y el otro al final del curso. La dimensión sobre la NDC se elaboró con base en el cuestionario empleado por Korach (2020) quien lo adaptó y contextualizó a partir de Barnes et al. (2015), quien autorizó el uso de ítems de su cuestionario, el cual se construyó mediante la metodología Q que es una herramienta de medición diseñada para capturar las creencias personales Barnes et al. (2015, p.142). Las preguntas sobre género se diseñaron para esta investigación y validaron con el equipo de Estudios de Género de la UNED. El test final se contextualizó y validó mediante pilotaje y revisión de expertos. Este fue aplicado después de realizar la intervención didáctica sobre NDC+G que consistió en la redacción de portafolios escritos y la participación en un conversatorio.

El puntaje obtenido por cada estudiante en el cuestionario se calculó con base en su respuesta en la escala de Likert y en el valor del enunciado. Al respecto, las respuestas en la escala tenían un valor asociado del -2 al +2; desde “totalmente en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo”, respectivamente. El análisis estadístico es de tipo descriptivo en relación con los puntajes obtenidos en la prueba, realizado mediante Excel. Esta codificación está basada en la metodología implementada en un estudio de Korach (2020). Así, una puntuación alta (máxima = 58 puntos) señala una mayor comprensión de NoS+G, mientras que una puntuación baja indica poca comprensión.

El pretest fue aplicado en la primera semana del cuatrimestre. El postest se completó posterior al conversatorio (última actividad de la asignatura).

### 3.4.2 Portafolio

La estrategia didáctica empleada en el curso para la incorporación de los marcos teóricos sobre NoS+G fue el análisis de lecturas sobre filosofía e historia de la física. Las lecturas se dividieron por categorías temáticas de la siguiente forma:

- La ciencia como modelo para describir la realidad. Con base en el capítulo II de La Estructura de las Revoluciones Científicas; “Hacia la Ciencia Normal” (Khun, 1971).
- Interrelaciones entre ciencia y sociedad. A partir de “Las raíces socioeconómicas de la mecánica newtoniana” (Hessen, 1989)
- Mito del método científico. Desde el capítulo 2 del libro Filosofía de la Ciencia Natural; “La investigación científica: invención y contrastación” (Hempel, 1973).
- Perspectiva de género. A partir del capítulo “Las Filósofas de la Revolución Científica” (Alic, 1991).

Para cada una de las cuatro lecturas, se trabajó en torno a una serie de preguntas generadoras para la redacción individual de un portafolio para entregar en línea. Las lecturas y preguntas generadoras fueron validadas por un especialista en enseñanza de la física.

### 3.4.3 Conversatorio

La tercera fase constituyó la realización de un conversatorio en donde se invitó a ahondar en lo aprendido en el ejercicio de lectura, reflexión y redacción mediante la elaboración del portafolio.

El conversatorio (realizado de manera virtual y sincrónica, mediante videollamada con cámara) se organizó en grupos pequeños de estudiantes con el propósito de que expresaran de manera libre sus reflexiones. Cada subgrupo tuvo asignado un eje temático: Ciencia y Sociedad, centrándose en las lecturas de Hessen y Alic, o bien Epistemología de la Ciencia, centrándose en las lecturas de Khun y Hempel. Para efectos de la presente investigación se toma la transcripción de lo dicho por estudiantes de un conversatorio de cada eje temático.

Las unidades de análisis y sentido se identificaron a partir de a categorías establecidas a priori por las investigadoras en una sesión de trabajo conjunto. A estas se sumaron algunas categorías emergentes de los conversatorios. Se utilizó la aplicación Saturate<sup>6</sup> para etiquetar la presencia de las unidades de análisis en la transcripción del conversatorio. Posteriormente, con ayuda de la aplicación Saturate, se contabilizaron las repeticiones de alusiones a cada unidad de análisis. Se contrastaron los resultados del pretest y del postest con las unidades de significado y sentido identificadas en las expresiones de estudiantes durante el conversatorio. Esto permitió contrastar los resultados de los test con las interpretaciones de las lecturas realizadas por los estudiantes. De esta forma se realizó la triangulación, que además se fortalece con la discusión y contrastación realizada por cada una de las investigadoras.

#### **4. Resultados y análisis**

En el presente apartado se detallan los resultados para cada una de las fases descritas previamente.

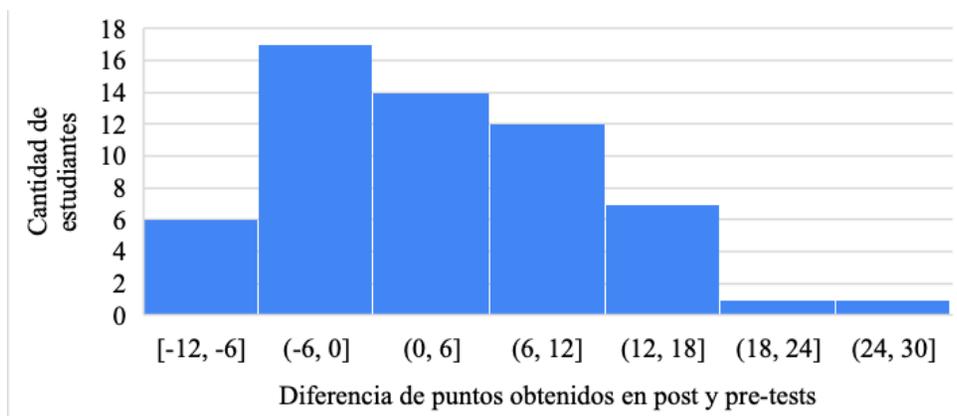
##### **4.1 Resultados del pretest y el postest**

El pretest fue respondido por ochenta y cuatro estudiantes y el postest por cincuenta y ocho. Por tanto, se eliminaron de la muestra las personas estudiantes que no respondieron el postest. Para evaluar los resultados del proceso se calculó el diferencial entre el rendimiento en el postest y el pretest. Así, una diferencia positiva se interpreta como evidencia de una mejora y una diferencia negativa como lo opuesto. Los resultados se visualizan en la Figura 1.

---

<sup>6</sup> <http://www.saturateapp.com/>

**Figura 1**  
**Distribución de cantidad de estudiantes con base en el diferencial entre el pretest y el postest sobre concepciones de la NoS+G en la asignatura Física I (teoría), UNED, Costa Rica, II cuatrimestre 2022.**



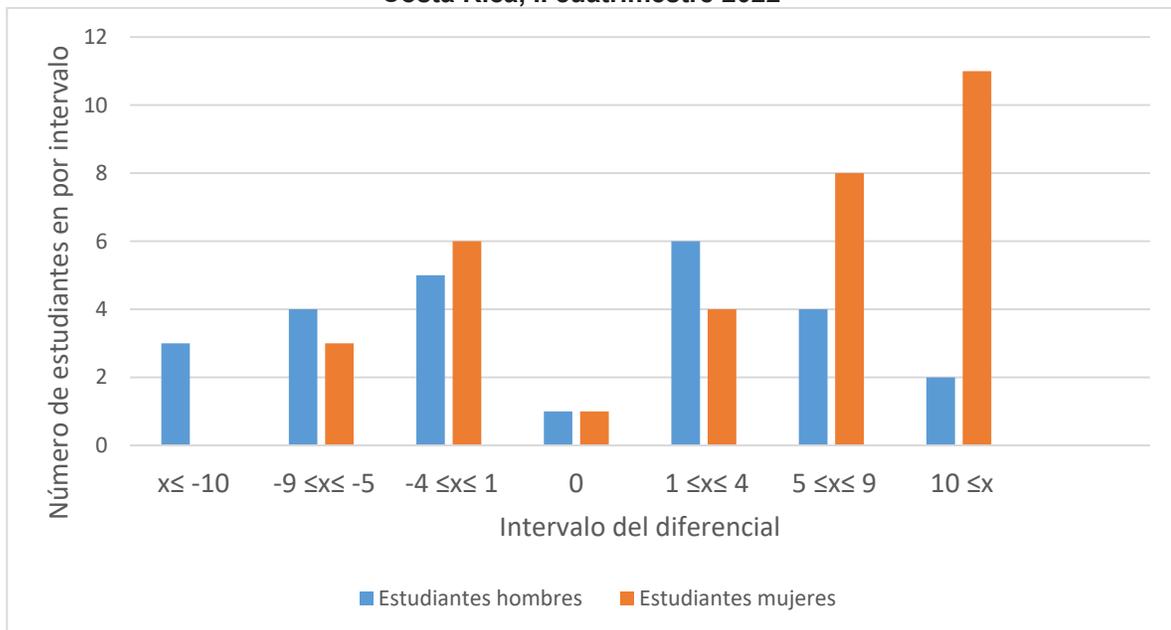
**Fuente:** Elaboración propia, (2022).

Se muestra que del total de cincuenta y ocho estudiantes, veintiuno bajaron su puntuación, dos mantuvieron la misma puntuación y treinta y cinco la mejoraron. La diferencia más baja fue -11,5 puntos y la diferencia más alta fue de 26 puntos. La mayoría del grupo mejoró su puntuación final en el postest, evidenciando una mejor comprensión de la NDC+G.

Ahora bien, si se desagregan las puntuaciones según el sexo como se muestra en la Figura 2, se pueden constatar diferencias en las tendencias según el sexo.

En los intervalos de mayor cambio positivo hacia las concepciones de NoS+G esperadas, se evidencia mayor impacto en las estudiantes, dado que el intervalo con incrementos mayores a 10 puntos se ubican dos hombres y once mujeres. De hecho, el grupo más grande corresponde a las 11 mujeres que incrementaron su puntaje hasta en 26 puntos.

**Figura 2**  
**Distribución de cantidad de estudiantes, según el sexo con base en el diferencial entre el pretest y el postest sobre concepciones de la NDC+G en la asignatura Física I (teoría), UNED, Costa Rica, II cuatrimestre 2022**



**Fuente:** Elaboración propia, (2022).

También, se comparó la puntuación obtenida en cada ítem, con el fin de comprender cuáles aspectos de la NDC+G se comprendieron mejor durante el curso y cuáles necesitan fortalecerse. En la Tabla 2 se detallan los diferenciales promedios en cada enunciado, ordenados de forma descendente.

**Tabla 2**  
**Diferenciales promedio de población estudiantil en cada enunciado**  
**del Cuestionario Naturaleza de la Ciencia y Género (NoS+G), UNED, Costa Rica,**  
**II cuatrimestre 2022.**

<b>Enunciado del Cuestionario NoS+G</b>	<b>Diferencial promedio</b>
1. La ciencia no se ve afectada por la política, la socioeconomía, la cultura o la religión.	34
2. Los principales avances de la ciencia han sido gracias a genios como Galileo, Darwin, Newton o Einstein.	31
3. Los temas de investigación que eligen quienes hacen ciencia son reflejo de sus características personales.	17
4. Las personas que hacen ciencia no ven influenciado su aporte a la ciencia por tareas o asuntos relacionados con su hogar.	16
5. El método científico debe seguirse de forma rigurosa para generar resultados válidos.	16
6. La ciencia debe ser realizada por personas objetivas, racionales, que no se dejen influenciar por sus emociones.	14
7. Las leyes científicas son hechos demostrados.	12,5
8. La ciencia es directa y no permite lugar a prejuicios personales.	10
9. Independientemente de su contexto, las mujeres y los hombres tienen habilidades distintas para las diferentes áreas de la ciencia.	10
10. Los hechos son la prueba de las teorías.	9
11. La evidencia científica válida no es discutible.	9
12. Los experimentos pueden probar o refutar una teoría o una hipótesis.	8,5
13. No hay verdad absoluta en el conocimiento científico.	8
14. El conocimiento científico es provisional pero duradero.	8
15. El conocimiento científico está sujeto a cambios con nueva evidencia.	7
16. No hay espacio para la subjetividad en la investigación científica.	7
17. El método científico excluye las creencias y valores de quienes hacen ciencia.	6
18. El objetivo de la ciencia no es la acumulación de hechos, sino el desarrollo del conocimiento científico.	5,5
19. Las afirmaciones científicas cambian a medida que se aportan nuevas pruebas a estas afirmaciones.	4
20. Durante la investigación, las personas científicas usan la imaginación solo mientras recopilan datos.	4
21. La creatividad es esencial para la formulación de ideas.	3
22. El reconocimiento de una persona como excelente científica, por parte del resto de personas en ciencia es independiente de su sexo.	3
23. Los métodos científicos se utilizan en la búsqueda del conocimiento científico.	2,5
24. La religión y la ciencia se pueden usar para explicar un fenómeno natural.	0
25. El creacionismo debería enseñarse como un componente más de la evolución.	-1
26. Los experimentos son indispensables para el conocimiento científico.	-7
27. Un experimento es una secuencia de pasos realizados para probar una hipótesis.	-8
28. La ciencia puede incorporar ideas sexistas en sus teorías.	-11
29. Solo en ciencia podemos tener seguridad de que lo que sabemos es cierto.	-14,5

**Fuente:** Elaboración propia, (2022).

La mayoría de los enunciados, veintitrés (79%) obtuvieron una diferencia de puntos mayor a uno, lo cual muestra que su concepción general se acercó más a los postulados de NDC+G al final del curso. Son cinco (17%) los enunciados que bajaron la puntuación en más de 1 punto. Estos serían en los que mayor cantidad de estudiantes tenían una concepción más acertada del enunciado cuando completaron el pretest y posterior al curso se alejaron de esta concepción. Solamente un enunciado no mostró cambio en su puntuación.

En síntesis, los resultados sugieren que después de la intervención las concepciones de ciencia del estudiantado se alejaron de posicionamientos dogmáticos, donde las teorías científicas se entienden como verdades absolutas que se obtienen al seguir un único método científico. El estudiantado participante en su mayoría construye una concepción de ciencia más amplia donde es posible el cambio y el error, aunque el método científico se sigue concibiendo como único e infalible; en ese sentido, existe un fuerte arraigo a los principios del positivismo lógico.

Los resultados evidencian que la mayoría de los ítems fueron clasificados correctamente como descripciones de la NDC+G. En especial, el grupo de estudiantes está consciente de que el conocimiento científico no se desarrolla de forma aislada, sino que se ve afectado por factores sociales como la política, la socioeconomía, la cultura y la religión. Además, su descripción de las personas científicas cambió y es más inclusiva.

Las puntuaciones más bajas evidencian casos de estudiantes que no hacen distinción clara entre los objetos de estudio de la ciencia y la religión y ven las teorías científicas como dogmas. Sin embargo, la mayoría del estudiantado logró puntuaciones altas que contradicen esta concepción.

Los enunciados que pretenden abordar categorías aportadas por la perspectiva de género son los 2, 3, 4, 6, 9, 17, 22 y 28. Estos enunciados aluden al mito del genio en el desarrollo de la ciencia como reflejo del androcentrismo, a la visión de neutralidad de la ciencia, al impacto de los roles de género en las carreras científicas mediante las tareas tradicionalmente asignadas a las mujeres (como por ejemplo, la maternidad). Así como las dicotomías sexistas y la presunción de que ciertas formas de ser son masculinas y otras femeninas, siendo las primeras las únicas valiosas para la ciencia. Estos enunciados son de los que evidencian un diferencial promedio más positivo; cuatro de los ocho enunciados se encuentran en los primeros lugares de la tabla. Aunque el enunciado asociado a perspectiva de género con menor diferencial (el 28) es aquel que alude a la incorporación de ideas sexistas en las teorías científicas, dado que en este el promedio fue de -11.

Ahora bien, cabe resaltar que estos valores numéricos son una expresión de una realidad compleja y multidimensional, por lo que no se considera suficiente el análisis descriptivo cuantitativo y se hace necesario el análisis cualitativo que lo complementa. Por ello para comprender mejor los resultados se recurre al análisis de las expresiones directas de estudiantes, realizadas durante el conversatorio.

#### 4.2 Resultados del portafolio y conversatorio

Del total de setenta personas que finalizaron la asignatura entregando instrumentos de evaluación hasta el final del período académico, la mayoría (94%) entregaron los cuatro escritos sobre las lecturas asignadas en portafolio.

Dado que existe evidencia para considerar que la efectividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje que mejor inciden en acercar a las nociones contemporáneas de NDC son aquellos en que se realiza un trabajo explícito (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000), para la elaboración del portafolio se incluyó en las instrucciones una breve explicación sobre NDC. A esto se sumó la importancia de actividades en torno a la reflexión y la metacognición, por lo que también se incluyó en las instrucciones una definición de metacognición e invitaciones para analizar el proceso personal en cada portafolio.

Se grabaron y transcribieron dos subgrupos de conversatorio (uno sobre Ciencia y Sociedad y otro sobre Epistemología de la Ciencia) para identificar las unidades de análisis a partir de la categorización inicial. En la Tabla 3 se anotan las dos unidades de análisis más mencionadas para cada una de las categorías temáticas establecidas. El número de menciones se anota entre paréntesis.

**Tabla 3**  
**Principales unidades de análisis emergentes en el Conversatorio con estudiantes de la UNED, Costa Rica, II cuatrimestre 2022**

Categoría temática	La ciencia como modelo para describir la realidad	La ciencia y la sociedad se co-crean.	Mito del método científico	Perspectiva de género
Principales unidades de análisis detectadas en cada categoría	- Ciencia cambiante y dinámica (x11) - Paradigmas (x7)	- Religión y ciencia (x14) - Clases sociales, capitalismo y ciencia (x9)	- Hipótesis (x4) - Visión canónica (x3)	-Mujeres extraordinarias (x10) -Invisibilización de las mujeres (x9)

Fuente: Elaboración propia, (2022).

En el conversatorio enfocado en el eje Epistemología de la Ciencia, la unidad de análisis más mencionada refiere al carácter cambiante y dinámico de la ciencia. En once ocasiones diferentes, los estudiantes reconocen explícitamente que hay modificaciones o se genera conocimiento cuando surgen nuevos desarrollos científicos bien fundamentados. En esta misma unidad de análisis, se evidencia la incorporación del concepto khuniano de paradigma para exponer argumentos sobre cómo se han dado momentos de grandes transformaciones en el pensamiento de las comunidades científicas. Lo anterior, permite reconocer a la ciencia situada en un contexto socio - histórico y que eso influye en su desarrollo. Desde la nueva filosofía de la ciencia esto se conoce como contexto de descubrimiento, es decir, a las condiciones y circunstancias subjetivas relacionadas con la psicología, la sociología y la historia (Adúriz-Bravo et al., 2002; Ambrosini y Beraldi, 2015). Al respecto, uno de los participantes del conversatorio expresó:

*“Lo que pasa (es) que conforme la sociedad va cambiando, pues las verdades también van cambiando. Veíamos en una de las lecturas que incluso Newton (...) atribuía a Dios el impulso de la tierra en el espacio o a la creación de la tierra y en ese momento eso era una verdad absoluta. (...) las verdades van mutando de acuerdo con la realidad sociológica del momento en que se hacen los estudios” (Mario, Conversatorio 2).*

En ambos subgrupos del conversatorio se dio un diálogo en torno a las interrelaciones entre ciencia y sociedad, con expresiones como que “no es la genialidad de una persona la que determina la dirección de los descubrimientos, sino más bien es el contexto y las necesidades que se presenten en esa sociedad” (Karla, Conversatorio 1). Este tipo de reflexiones permiten poner en tela de juicio la Historia de la Ciencia que refiere a un relevo entre genios de un mismo perfil: hombres blancos de clase media alta (Hess, 1995). Lo cual coincide con el diferencial particularmente alto obtenido en los enunciados 1 y 2 de la Tabla 2.

Por otro lado, se enfatiza en las discusiones la relación ciencia - modelo económico; se reconoce el poder de los grupos sociales hegemónicos en la toma de decisiones usando la ciencia, esto se evidencia en el siguiente comentario:

*“Hay muchas compañías (que) lo que buscan es generar algo que les favorezca a ellos y de lo cual puedan lucrar en algún momento. (...) el caso más reciente sería con el tema de las vacunas para el COVID. (...) no hubo ninguna empresa que de pronto dijera mirá es que la vacuna del COVID es así de fácil y aquí está la receta (...) para que ayuden a su pueblo o a su gente.” (Kevin, Conversatorio 2).*

Este comentario puede entenderse a la luz de la dimensión social-institucional de la ciencia propuesta por Erduran y Dagher (2014) nombrada “Sistemas financieros”, la cual expresa el peso de los intereses comerciales en el desarrollo del conocimiento científico. Se evidencia el pensamiento crítico, no solo sobre los contenidos de la asignatura, sino también sobre su propia realidad social. Las fuentes de financiamiento privadas en la investigación científica son parte de un mecanismo de generación de capital. La visión tecnocrática del conocimiento limita el acceso a productos de la ciencia que pueden mejorar la calidad de vida de todas las personas. Al respecto, Navarro- Camacho y Mena-León (2022, p.68) indican: “El tema ético de fondo es (...) el desequilibrio en la relación entre conocimiento experto y ejercicio del poder de frente al bien común de la humanidad”.

Otro tema recurrente en ambos conversatorios es el peso de la religión en el desarrollo de la ciencia, tanto a nivel de estructuras políticas de poder (Erduran y Dagher, 2014), como de influencia en el desarrollo del conocimiento científico, (Irzik y Nola, 2011). Al respecto, uno de los sujetos participantes indica:

*“Los científicos realizan búsquedas de acuerdo con los intereses de esa sociedad y también un poco por los intereses religiosos y políticos de la persona. Por ejemplo, en Newton influyeron mucho sus creencias religiosas (...). (Luis, Conversatorio 1).*

La complejidad del debate en relación con la religión y la ciencia se evidencia también en el siguiente comentario: “aquella persona que es científico y no cree en Dios no va a creer en la teoría de Génesis.” (Luisa, Conversatorio 2). Frase particularmente interesante porque considera que la religión puede dar una explicación de fenómenos naturales (enunciado 24), además considera el creacionismo como una teoría científica (enunciado 25) y considera como verdaderas explicaciones distintas a las científicas (29).

Los ejemplos anteriores refieren a la tensión entre ciencia y religión. Desde una perspectiva epistemológica es importante distinguir entre los objetos de estudio de cada disciplina y reconocer entre los que refieren a conocimiento científico y los que no son objeto de estudio de la ciencia.

Si bien el enunciado 28 sobre sexismo en las teorías científicas es de los de diferencial más bajo, surgen reflexiones en relación con otros prejuicios que pueden integrarse en la ciencia desde visiones racistas. En palabras de Antonio:

*“Digamos que el científico sea objetivo al 100% y eso no se puede (...) por ser una persona siempre hay algo que lo influencia en sus creencias (...) antes había una ciencia*

*que llamaba frenología o algo así que básicamente lo que hacía era justificar el racismo y exponer porqué el hombre blanco era superior al hombre negro. (...)Había una subjetividad en querer demostrar eso, aunque eso no es cierto.” (Antonio, Conversatorio 2).*

Este comentario se puede comprender desde la dimensión “estructuras políticas de poder” (Erduran y Dagher, 2014) para abordar la incorporación de consideraciones ideológicas en la ciencia. También surge la dimensión de “valores y objetivos científicos”, (Irzik y Nola, 2011) en cuanto a la imposibilidad de lograr totalmente la objetividad como valor científico, dado que en este caso se presenta un ejemplo de integración de un prejuicio subjetivo (la supremacía blanca) en una teoría científica. Antonio ubica además, el peso que puede llegar a tener el racismo sobre la generación de conocimiento científico, lo cual concuerda con el postulado de la perspectiva interseccional, en cuanto a la importancia de considerar la interrelación entre los diferentes mecanismos de opresión en la sociedad para cada circunstancia (Hill, 2019).

Por otra parte, la reflexión sobre el método científico reprodujo algunas ideas ingenuas sobre ciencia, por ejemplo:

*“un proceso se inicia con una pregunta. Posterior(mente) con un análisis. Luego se estudian las hipótesis. Ya posterior(mente) (...) llegaban a tener la respuesta con los experimentos y así era posible tener una deducción genial.” (Daniel, Conversatorio 2).*

Esta categoría sobre el método científico obtuvo de los menores cambios positivos (enunciado 23, Tabla 2), por lo que es una temática cuyo abordaje queda por mejorar. Al respecto, Navarro-Camacho (2019, p.141) en su investigación indica que esta concepción del método refiere a una noción inductivista, en la cual las teorías científicas emergen a partir de un conjunto de observaciones, sin considerar “la carga teórica que acompaña el quehacer científico y que dirige o articula el método.”

En relación con la perspectiva de género, en los conversatorios se constata una discusión muy detallada de la situación de las mujeres en la ciencia. Al respecto, se destacan los aportes realizados, las trayectorias personales, los prejuicios encontrados, incluso las actitudes discriminatorias de las comunidades científicas. Uno de los temas más reiterados es el de la invisibilización de los aportes de las mujeres a la ciencia, cuestionado por una estudiante al afirmar que:

*“No es que las mujeres hayan hecho pocos aportes, es que la sociedad se ha encargado de relegar esos aportes y no darlos a conocer (...) seguimos con una comunidad científica dominada por hombres...” (Mónica, Conversatorio 1).*

Los comentarios realizados en el conversatorio y en los portafolios destacan los aportes de mujeres en la ciencia y se detecta un interés en profundizar en temas de historia de la física, como lo expresa uno de los estudiantes:

*“... después de haber conocido la historia de ella (Emilie du Chatelet) no solamente me quedé con el escrito que usted nos dio para estudiar, sino que yo empecé a investigar sobre esta señora...” (Jonathan, Conversatorio 1).*

Una categoría emergente fue la de “mujeres extraordinarias” que vendrían a ser grandes personajes con características individuales e historias de vida destacables que realizaron aportes a la Física, a pesar de enfrentar adversidades por su condición de género. Al respecto resulta necesario indicar que si bien es un avance hacia la inclusión, si durante la mediación pedagógica no se realizan reflexiones profundas sobre aspectos sociales y estructurales que obstaculizan la participación en ciencia, como el sistema de justicia, la clase social o la etnicidad, como se ubica desde el feminismo interseccional y la teoría crítica de la raza (Crenshaw, 1991 y Crenshaw et al., 2019), el problema de fondo no se logra identificar en su complejidad y profundidad. Por tanto, el tema debe abordarse desde una perspectiva multidimensional, pues si no se corre el riesgo de pasar del “mito del genio” basado en la idea preconcebida de que para aportar a la ciencia se debe tener una destacada inteligencia innata (Johnson, 2020) al “mito de la genia”, dejando de lado el carácter colectivo de la generación de nuevo conocimiento.

Los resultados obtenidos reflejan un proceso de cuestionamiento y análisis sobre aspectos de la ciencia que tradicionalmente no se incluyen en cursos de Física. Las investigadoras consideran acertada la incorporación de estas temáticas y un primer paso para comprender cómo se ha construido el saber científico a lo largo del tiempo.

## 5. Conclusiones

El proceso investigativo realizado lleva a plantear las siguientes conclusiones y consideraciones:

La integración de aspectos de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia, así como de la perspectiva de género a la enseñanza de la física ha comenzado hace poco en Costa Rica; por ello esta investigación intenta incorporar estos marcos teóricos en un curso universitario.

La intervención educativa realizada en el curso logró propiciar un análisis en relación con la lógica interna en la generación del conocimiento científico, es decir, los procesos y las rutas que permiten validar el conocimiento. Aunque en esta ocasión los resultados sugieren que no se logró superar la noción inductivista del método científico.

Por el contrario, la noción de ciencia externalista que refiere a la incidencia del contexto histórico, cultural y social en la generación de conocimiento científico fue un constructo que se logró comprender mejor, pues los participantes realizan reflexiones importantes en relación con la incidencia de aspectos de género y contexto histórico, social, económico y político en la ciencia.

La técnica del portafolio ha permitido en otras ocasiones una reflexión explícita sobre temáticas NDC en asignaturas de ciencias (Simpson y Whitworth, 2021). En esta experiencia, se enriqueció la intervención didáctica con la perspectiva de género que empleó la técnica de portafolio y una segunda etapa de conversatorio para generar una reflexión grupal. La experiencia produjo resultados positivos sobre el rol de las mujeres en el desarrollo histórico de la ciencia, movilizando formas de pensar más críticas. Al respecto, hubo mayor movilización de las mujeres hacia las concepciones NDC+G esperadas, la cual se evidencia en la cantidad mucho mayor de mujeres con un diferencial de más de 10 puntos entre su postest y el pretest.

La NDC avanza en la concepción de ciencia dinámica, dejando de lado posiciones dogmáticas propias del empirismo lógico. Se evidencia la constante tensión entre creencias religiosas y conocimiento científico, debido a carencias en la comprensión de los criterios de demarcación de la ciencia. Lo anterior, evidencia la injerencia de elementos culturales como la religión en la construcción del conocimiento científico. En este sentido, surge la inquietud para posteriores investigaciones sobre el arraigo de la creencia y su posibilidad de ser un obstáculo epistemológico de difícil mutación.

En relación con las categorías aportadas por la epistemología feminista, destacaron los avances en la comprensión del androcentrismo mediante la invisibilización de las mujeres en el desarrollo de la ciencia, la división sexual del trabajo a través del peso de la maternidad y el matrimonio sobre las trayectorias de las mujeres y el simbolismo de género en la codificación de la ciencia como un ámbito masculino.

Emerge una categoría de análisis nombrada “mujeres extraordinarias” en que se exalta la trayectoria individual de mujeres específicas sin enfatizar en los obstáculos estructurales (económicos, sociales y culturales) que impactaron la vida de la mayoría de mujeres de ese momento histórico y en esa región. Por lo que se discute sobre la importancia de abordar el estudio de la ciencia con perspectiva interseccional (Hill, 2019) para evitar análisis reduccionistas que únicamente sean capaces de visualizar la categoría género, obviando el impacto de otros fenómenos que generan exclusión como el racismo, la explotación económica o el colonialismo.

Un área que no impactó refiere a las ideas sexistas en las teorías científicas, por lo que se evidencia una perspectiva interseccional de los fenómenos; lo anterior sugiere la necesidad de ahondar en esos aspectos y hacer explícitos elementos interseccionales de discriminación por racismo, estrato social, orientación sexual, entre otros.

Una limitación de la investigación fue que al ser una asignatura virtual, no se contó con la posibilidad de realizar observaciones adicionales a lo registrado en los tests o lo verbalizado en el conversatorio como podrían ser gestos, preguntas o aclaraciones en persona, comentarios informales durante las actividades u otros. Otra limitación fue el breve período de tiempo de un cuatrimestre para la formación en una temática tan compleja y multifactorial.

## 6. Referencias

- Abd-El-Khalick, Fouad. y Lederman, Norman. (2000). The Influence of History of Science Courses on Students' views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095. [https://www.researchgate.net/publication/229688748\\_The\\_Influence\\_of\\_history\\_of\\_science\\_courses\\_on\\_students'\\_views\\_of\\_nature\\_of\\_science](https://www.researchgate.net/publication/229688748_The_Influence_of_history_of_science_courses_on_students'_views_of_nature_of_science)
- Adúriz-Bravo, Agustín. (2000). Consideraciones acerca del estatuto epistemológico de la didáctica específica de las ciencias naturales. *Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 9(17), 49-52. [http://repositorio.filo.uba.ar/bitstream/handle/filodigital/6634/IICE\\_17\\_Aduriz%20Bravo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.filo.uba.ar/bitstream/handle/filodigital/6634/IICE_17_Aduriz%20Bravo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Adúriz-Bravo, Agustín. (2001). Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona]. Barcelona, España. <https://www.tdx.cat/handle/10803/4695#page=1>
- Adúriz-Bravo, Agustín., Izquierdo, Mercé. y Estany, Anna. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465-476. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21839>

- Alic, Margaret. (1991). Las Filósofas de la Revolución Científica. En *El Legado de Hipatia: Historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX* (pp. 161-175). Siglo Veintiuno Editores.
- Allchin, Douglas. (2013). *Teaching the nature of science: Perspectives and resources*. SHIPS Education Press.
- Amador-Rodríguez, Rafael. y Adúriz-Bravo, Agustín. (2011). A qué epistemología recurrir para investigar sobre didáctica de las ciencias. *Revista EDUCyT*, 3. <https://bit.ly/43sAush>
- Amador-Rodríguez, Rafael. y Aduriz-Bravo, Agustín. (2017). Concepciones Emergentes de Naturaleza de la Ciencia (NoS) para la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 1 (Núm. extraordinario). 3499-3504. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337111>
- Ambrosini, Cristina. y Beraldi, Gastón. (2015). *Pensar la ciencia hoy. La epistemología: entre teorías, modelo y valores*. C.C.C. Educando.
- Anderson, Elizabeth. (1995). Feminist Epistemology: An Interpretation and a Defense. *Hypatia*, 10(3). <https://doi.org/10.1111/j.1527-2001.1995.tb00737.x>
- Barnes, Caitlin., Angle, Julie. y Montgomery, Diane. (2015). Teachers Describe Epistemologies of Science Instruction Through Q Methodology. *School Science and Mathematics*, 115(3), 141-150. <https://doi.org/10.1111/ssm.12111>
- Clark, Jacob. (2005). Women and science careers: leaky pipeline or gender filter?. *Gender and Education*, 17(4), 369–386. <https://doi.org/10.1080/09540250500145072>
- Crenshaw, Kimberle. (1991). Mapping the Margins: Intersectionality, Identity Politics, and Violence against Women of Color. *Stanford Law Review*, 43(6), 1241-1299. <https://doi.org/10.2307/1229039>
- Crenshaw, Kimberle., Harris, Luke Charles., Martínez, Daniel. y Lipsitz, George. (2019). *Seeing Race Again: Countering colorblindness across the disciplines*. University of California Press.
- Emran, Ameer., Spektor-Levy, Ornit., Paz, Ofra. y Ben-Zvi, Orit. (2020). Understanding Students' Perceptions of the Nature of Science in the Context of Their Gender and Their Parents' Occupation. *Science & Education*, 29, 237–261. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00103-z>
- Erduran, Sibel. y Dagher, Zoubeida. (2014). *Reconceptualizing nature of science for science education: Scientific knowledge, practices, and other family categories*. Springer.
- Harding, Sandra. (1993). Rethinking Standpoint Epistemology: What Is Strong Objectivity? En L. Alcoff y E. Potter (Eds.) *Feminist Epistemologies* (pp. 49-82). Routledge.

- Harding, Sandra. (2015). *Objectivity & Diversity Another Logic of Scientific Research*. The University of Chicago Press
- Hempel, Carl. (1973). La investigación científica: invención y contrastación. En C. Hempel, *Filosofía de la Ciencia Natural* (pp. 16-37). Alianza Editorial. [https://www.bachillerato.cl/sites/bachillerato/files/paginas/hempel\\_capitulo\\_2.pdf](https://www.bachillerato.cl/sites/bachillerato/files/paginas/hempel_capitulo_2.pdf)
- Hessen, Boris. (1989). Las raíces socioeconómicas de la mecánica newtoniana. En *Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias*. Universidad Autónoma de México.
- Hess, David. (1995). *Science and Technology in a Multicultural World: The Cultural Politics of Facts and Artifacts*. Columbia University Press.
- Hill, Patricia. (2019). *Intersectionality as Critical Social Theory*. Duke University Press.
- Hill, Patricia. y Bilge, Sirma. (2020). *Intersectionality. Key Concepts* (2ª ed.). Cambridge.
- Irzik, Gurol. y Nola, Robert. (2011). A family resemblance approach to the nature of science. *Science & Education*, 20, 591–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Johnson, Angela. (2020). An Intersectional Physics Identity Framework for Studying Physics Settings. En Allison Gonsalves y Anna Danielsson (Eds.), *Physics Education and Gender* (pp. 53-80). Springer.
- Khun, Thomas. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica de México. <https://materiainvestigacion.files.wordpress.com/2016/05/kuhn1971.pdf>
- Korach, Rachel. (2021). *Elaboración de un módulo de experimentación basado en la naturaleza de las ciencias y presentado con discurso narrativo para el fortalecimiento de habilidades científicas* [Tesis de Licenciatura inédita]. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Matthews, Michael. (2017). *La enseñanza de la ciencia. Un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia*. Fondo de Cultura Económica.
- Mena-León, Carlos Luis. (2021). *La categoría Eclesial Ecológica del Programa Bandera Azul en Costa Rica. Un análisis a la luz de la Ecología Integral*. [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Gregoriana].
- Navarro-Camacho, Marianela. (2019). *La representación pedagógica de la cultura científica que realiza el profesorado de biología en educación secundaria: Estudio de casos en colegios públicos* [Tesis de doctorado inédita, Universidad de Costa Rica].
- Navarro-Camacho, Marianela. y Mena-León, Carlos Luis. (2022). El paradigma tecnocrático: una mirada crítica desde diversas perspectivas. *Revista Teoría y Praxis*, 40(1). <https://doi.org/10.5377/typ.v1i40.14061>

- Rodríguez, Alberto. y Navarro-Camacho, Marianela. (2021). Exposing the invisibility of marginalized groups in Costa Rica and promoting pre Service- Teachers' Critical Positional Practice. In Alberto Rodríguez y Regina Suriel (Eds.), *Equity in STEM Education Research* (pp.125-138). Springer Nature. <https://link-springer-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/book/10.1007/978-3-031-08150-7>
- Sanmartí, Neus. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Editorial Síntesis S.A.
- Simpson, Lauren. y Whitworth, Brooke. (2021). Science Portfolios Embedding the Nature of Science. *The Science Teacher*, 88(5), 58-64. <https://www.nsta.org/science-teacher/science-teacher-mayjune-2021/science-portfolios>
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- Walls, Leon., Buck, Gayle. y Akerson, Valarie. (2013). Race, Culture, Gender, and Nature of Science in Elementary Settings. En Julie Bianchini, Valarie Akerson, Angela Calabrese, Okhee Lee y Alberto Rodriguez (Ed.), *Moving the Equity Agenda Forward: Equity Research, Practice, and Policy in Science Education* (pp. 131-151). Springer.

## 7. Anexos

### Anexo 1. Cuestionario NoS+G

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
CÁTEDRA DE FÍSICA  
Mayo 2022

#### Test sobre Naturaleza de la Ciencia con Perspectiva de Género

##### Instrucciones

Lea cuidadosamente las siguientes afirmaciones y clasifíquelas, marcando con una "X" la casilla que más corresponda a su opinión.

1. El método científico debe seguirse de forma rigurosa para generar resultados válidos.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De a De acuerdo	Totalmente de acuerdo

2. La ciencia no se ve afectada por la política, la socioeconomía, la cultura y / o la religión.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

3. Los experimentos pueden probar o refutar una teoría o una hipótesis.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

4. La ciencia es directa y no permite lugar a prejuicios personales.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

5. La creatividad es esencial para la formulación de ideas.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

6. El objetivo de la ciencia no es la acumulación de hechos sino el desarrollo del conocimiento científico.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

7. Los métodos científicos se utilizan en la búsqueda del conocimiento científico.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

8. La religión y la ciencia se pueden usar para explicar un fenómeno natural.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

9. El conocimiento científico está sujeto a cambios con nueva evidencia.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

10. El creacionismo debería enseñarse como un componente más de la evolución.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

11. No hay espacio para la subjetividad en la investigación científica.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

12. La evidencia científica válida no es discutible.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

13. El conocimiento científico es provisional pero duradero.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

14. Durante la investigación, las personas científicas usan la imaginación solo mientras recopilan datos.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

15. Solo en ciencia podemos tener seguridad de que lo que sabemos es cierto.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

16. Las leyes científicas son hechos demostrados.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

17. Los experimentos son indispensables para el conocimiento científico.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

18. Los hechos son la prueba de las teorías.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

19. Un experimento es una secuencia de pasos realizados para probar una hipótesis.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

20. No hay verdad absoluta en el conocimiento científico.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

21. Las afirmaciones científicas cambian a medida que se aportan nuevas pruebas a estas afirmaciones.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

22. Las personas que hacen ciencia no ven influenciado su aporte a la ciencia por tareas o asuntos relacionados con su hogar.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

23. El reconocimiento de una persona como excelente científica, por parte del resto de personas en Ciencia, es independiente de su sexo.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

24. Independientemente de su contexto, las mujeres y los hombres tienen habilidades distintas para las diferentes áreas de la ciencia.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

25. La ciencia debe ser realizada por personas objetivas, racionales, que no se dejen influenciar por sus emociones.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

26. Los temas de investigación que eligen quienes hacen ciencia son reflejo de sus características personales.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

27. Los principales avances de la ciencia han sido gracias a genios como Galileo, Darwin, Newton o Einstein.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

28. La ciencia puede incorporar ideas sexistas en sus teorías.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

29. El método científico excluye las creencias y valores de quienes hacen ciencia.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Revista indizada en



Distribuida en las bases de datos:

