

Comprensión de estudiantes de bachillerato y de profesorado sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis del caso histórico de “Rosalind Franklin y la estructura del ADN”

María del Mar Aragón-Méndez

José Antonio Acevedo-Díaz

Antonio García-Carmona

Estudio comparativo cualitativo

Aprendizaje sobre NDC

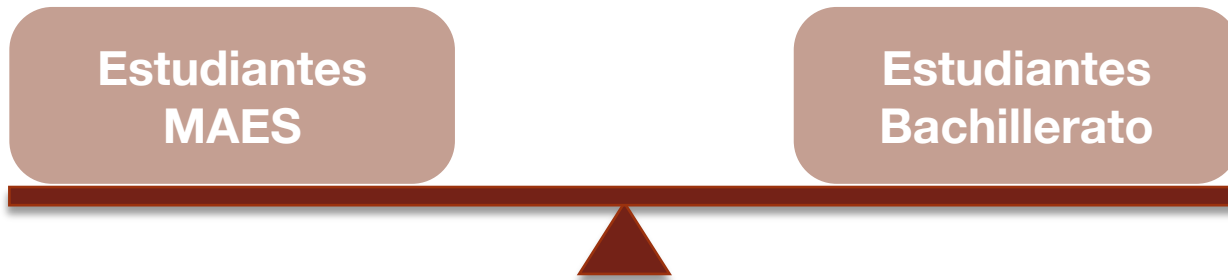
Actividad: enfoque explícito y reflexivo

Narración del caso histórico
“Rosalind Franklin y la estructura
molecular del ADN”

Recurso

Estudiantes
MAES

Estudiantes
Bachillerato



¿Qué contenidos?

- Epistémicos: conocimiento científico producido y procesos de indagación.
- No-epistémicos: Sociología interna y externa de la ciencia.

¿Cómo incorporarlos?

- < Perspective holística.
- < Enfoque explícito y reflexivo.

Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016), Allchin (2011), Dagher y Erduran (2016).

¿Con qué tipo de recurso?

- Historia de la ciencia.
- Narraciones de controversias.

Acevedo-Díaz y García Carmona (2017), Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez (2017).

Propuesta de enseñanza y contexto

Actividad

- Narración de la controversia sobre el papel de Rosalind Franklin en la elucidación de la estructura molecular del ADN.
- Se incluyen palabras de los científicos implicados y notas a pie de página con información adicional.
- Para 2º de Bachillerato se usó un texto algo más reducido.

1

Sin instrucción previa. Lectura y respuesta a cuestiones de NDC. Reflexión en grupo.

2

Puesta en común en el grupo-clase. Debate entre grupos y generación de conflictos.

3

Conclusiones tras la puesta en común. Revisión de las respuestas iniciales de los grupos.

Muestra

- MAES (Especialidad BG). 17 estudiantes.
- 2º Bachillerato (Materia de libre configuración). 14 estudiantes.

Preguntas sobre aspectos de naturaleza de la ciencia

1

Es frecuente leer la expresión “el método científico” como un proceso universal en etapas para la construcción del conocimiento científico. ¿Crees que esto es adecuado? Razónalo.

2

¿Crees que los objetivos de la investigación sobre el ADN eran los mismos para todos los científicos implicados? Explícalo.

3

¿Cuáles crees que son las principales fortalezas del modelo del ADN de Watson y Crick? Justifícalo.

4

¿Qué factores epistémicos y no-epistémicos crees que pudieron influir para que Rosalind Franklin no fuera la primera en dilucidar la estructura del ADN?

- (1) Cualitativa.**
- (2) Contextualizada en una controversia de HDC.**
- (3) Interpretativa (a partir de los informes).**
- (4) Análisis mediante rúbricas (Escala de progresión, 3 jueces).**

Rúbrica para la cuestión 2

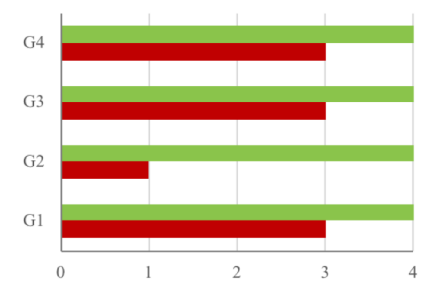
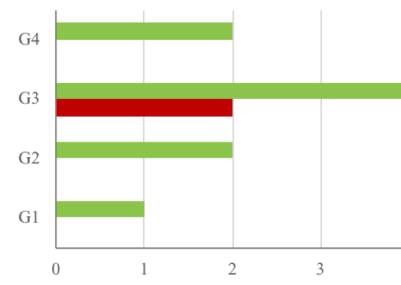
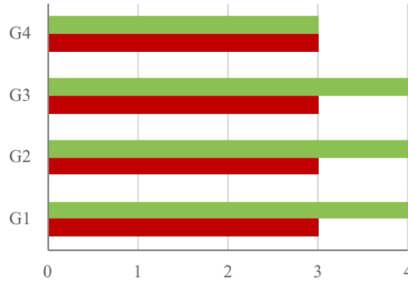
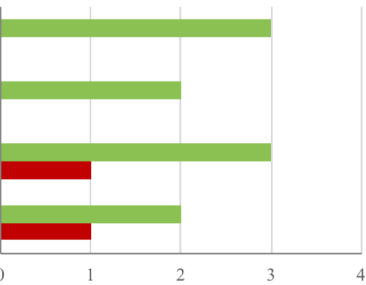
	Nivel 4 (máx.)	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 0
Objetivos de investigación	<p>Se explica que los objetivos eran diferentes, y en la explicación se señalan tres de las razones siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se explica el objetivo de Franklin. 2) Se explica el objetivo Watson y Crick. 3) Se relacionan los objetivos con la formación de los científicos. 4) Se relacionan los objetivos con las metodologías empleadas. 5) Se relacionan los objetivos con las prioridades de los centros de investigación. 	<p>Se explica que los objetivos eran diferentes, y en la explicación se señalan dos de las razones anteriores.</p>	<p>Se explica que los objetivos eran diferentes, y en la explicación se señala una de las razones anteriores.</p>	<p>Se explica que los objetivos eran diferentes, pero no se aportan argumentos válidos.</p>	<p>No se identifican diferencias significativas entre los objetivos.</p>

C1. Metodología científica

C2. Objetivos de la investigación

C1. Metodología científica

C2. Objetivos de la investigación

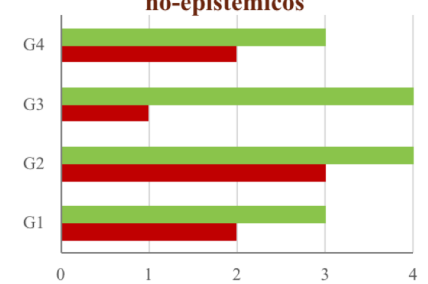
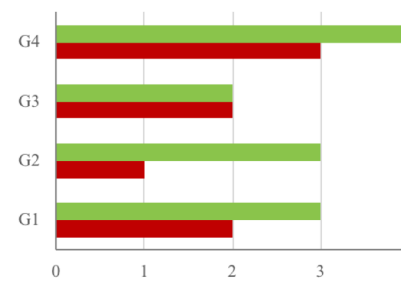
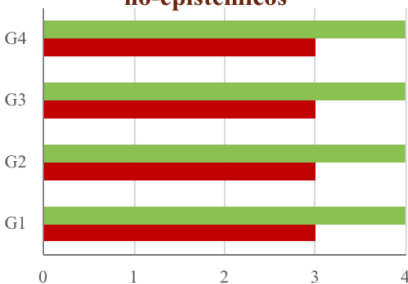
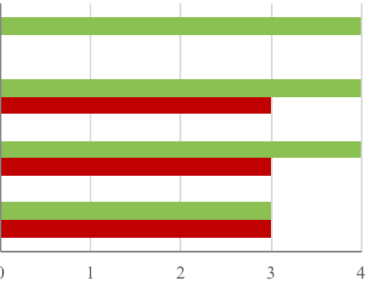


C3. Fortalezas del modelo

C4. Obstáculos epistémicos y no-epistémicos

C3. Fortalezas del modelo

C4. Obstáculos epistémicos y no-epistémicos



■ Nivel final

■ Nivel inicial

Estudiantes MAES

Estudiantes Bachillerato

■ C1, C2, C3: 15/48 descriptores epistémicos

■ C1, C2, C3: 26/48 descriptores epistémicos

■ C4: 4 epistémicos /8 no-epistémicos

■ C4: 12 epistémicos /13 no-epistémicos

■ C1, C2, C3: 10/48 descriptores epistémicos

■ C1, C2, C3: 24/48 descriptores epistémicos

■ C4: 2 epistémicos /5 no-epistémicos

■ C4: 6 epistémicos /12 no-epistémicos



Estudiantes MAES

No, cada uno de los investigadores pertenecían a ramas de conocimiento diferentes y cada uno de ellos tenían un objetivo distinto (3). El King's College de Londres pretendió crear un equipo interdisciplinar, donde participó un físico, químicos y un biólogo, donde Rosalind Franklin contribuyó con un proyecto de investigación cuyo objetivo sería analizar la estructura del ADN mediante técnicas cristalográficas (1), mientras que Watson y Crick se interesaban por la función genética del ADN (2), que era una preocupación de los biólogos de la época y en concreto de los que investigaban en Genética. (C2, G3)

Estudiantes Bachillerato

No eran los mismos objetivos, ya que unos solo querían saber la forma estructural del ADN (1) y el otro equipo quería saber la estructura para poder explicar la transmisión genética (2). Los objetivos sí influyen en la investigación ya que cada equipo orientaba su investigación con su método para lograr así las respuestas que querían obtener. El equipo formado por Franklin y Wilkins tenían un enfoque analítico usando las matemáticas para resolver, a partir de las imágenes de rayos X, la estructura del ADN y Watson y Crick trataban de encajar las piezas como si se tratara de un rompecabezas, usando todos los datos disponibles, para responder a la pregunta de cómo se transmitía la información genética (4). La estructura que propusieron tenía la ventaja de explicar cómo se transmitía la información genética. Watson era biólogo, por eso le interesaba averiguar cómo se transmitía la información genética, y Crick también estaba interesado en este problema (3). (C2, G2)

Estudiantes MAES

Rosalind Franklin, como especialista en cristalografía, consideraba que para poder establecer un modelo de la estructura del ADN precisaba apoyarse en más resultados [empíricos y sus inferencias correspondientes], consideraba que debía necesita [necesitar] datos más precisos (2). Watson y Crick, que tenían otras pretensiones, desarrollaron un modelo para explicar que la molécula era capaz de replicarse, esto les interesaba más que la estructura. La preocupación era más biológica y global que química (1). Además, supieron afrontar con creatividad este problema, considerando los datos disponibles con una nueva perspectiva (3). Además, Rosalind Franklin se encontraba en un ambiente de trabajo hostil sin capacidad para un trabajo cooperativo por lo que resultaba más complicado realizar verdaderos avances (b). Además, sin olvidar que ella era mujer (d) en una sociedad en la había pensamientos misóginos, lo que seguramente influyó en su situación en la investigación y en su relación con Wilkins (b). Incluso el traspaso de información influye en la dilucidación de la estructura del ADN ya que se realizó de manera poco ética (a). (C4, G2)

Estudiantes Bachillerato

Los principales problemas, que tuvo Rosalind Franklin fueron la enemistad con su compañero Wilkins, debido al desacuerdo que había entre ellos y la falta de colaboración (b). Wilkins debido a que Franklin era mujer, la consideró como una mera ayudante, y se comportaba como si fuese el jefe de la investigación, lo que Franklin no aceptaba (d). Otro problema cometido por Franklin fue no aceptar el método del modelo de Pauling, cosa que Watson y Crick si hicieron y tomaron como fuente de inspiración, en consecuencia, siguió un procedimiento de investigación más lento (2). Se podría decir que uno de los problemas fue confiar en su compañero Wilkins que le enseñó las fotos que Franklin había tomado de la estructura B del ADN al equipo de Watson y Crick. Esto les ayudo a ser los primeros en descubrir el modelo del ADN (a). (C4, G4)



= Gran eficacia para la comprensión de los aspectos de NDC seleccionados.

= Contribución del trabajo en grupo y discusiones de aula en el aprendizaje.

= Mejora de las concepciones relacionadas con aspectos epistémicos y no-epistémicos.

≠ Mayor número de referencias a aspectos no-epistémicos (cuestión 4) en los estudiantes de bachillerato.

→ Es posible incluir aspectos no-epistémicos de la NDC en la educación científica de secundaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2016). Rosalind Franklin y la estructura del ADN: un caso de historia de la ciencia para aprender sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Científica*, 27, 162-175.

Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*. Madrid: Los Libros de la Catarata.

Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A. y Aragón-Méndez, M. M. (2017). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia. Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Madrid: OEI.

Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 518-542.

Dagher, Z. R. y Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter? *Science & Education*, 25(1-2), 147-164.

**MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**