

Temas controvertidos en la ciencia: Explorando las dinámicas de poder mediante la aplicación de pedagogías críticas en educación secundaria

Controversial issues in science: Exploring the power dynamics of applying critical pedagogies in secondary schools

Nelly Alfandari*, Dimitris Tsoubaris**

Resumen: Este artículo reflexiona sobre la implementación de pedagogías críticas en un aula de ciencias de la secundaria en Inglaterra, en un proyecto titulado: “temas controvertidos en la ciencia”. Explora el potencial transformador, así como los retos de la aplicación de las mismas en un sistema educativo de talante cada vez más neoliberal. El proyecto se compromete críticamente con la educación científica dominante y propone un enfoque situado y emancipador de la enseñanza de las ciencias. Utilizando el Teatro del Oprimido como metodología, la investigación explora los cambios en las dinámicas de poder entre los y las participantes, su relación con el aprendizaje y la institución. Los resultados del análisis sugieren que aplicar pedagogías críticas en las escuelas puede contribuir a un cambio de paradigma en educación secundaria.

Palabras clave: Pedagogías críticas, educación científica crítica, educación secundaria pública, dinámicas de poder, Teatro del Oprimido.

Abstract: This article reflects on the implementation of critical pedagogies in a secondary school science classroom in England, in a project titled: *controversial topics in science*. It explores the transformative potential as well as the challenges of implementing critical pedagogies in the neoliberal secondary school. The project critically engages with dominant science education and proposes a situated and emancipatory approach to teaching science. Drawing on Theatre of the Oppressed as methodology, the research explores changes in the power dynamics amongst participants, their relationship with learning and the institution. This article suggests that this work is part of a paradigm shift towards critical pedagogies and, as such, provides an insight to the potential of expanding relevant approaches throughout the science curriculum beyond the classroom.

Keywords: Critical pedagogies, critical science education, secondary school, power dynamics, Theatre of the Oppressed.

Recibido: 19 julio 2021 Aceptado: 2 noviembre 2021

* Nelly Alfandari, Alemana, Autora. Candidata a doctora en educación/profesora de secundaria, London South Bank University, correo electrónico: alfandan@lsbu.ac.uk, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0174-9841>.

** Dimitris Tsoubaris, Griego, Autor. Candidato a doctor en educación en ciencias y sostenibilidad, National and Kapodistrian University of Athens, correo electrónico: dtsoubaris@ecd.uoa.gr, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2513-940X>

Introducción

El sistema educativo neoliberal mide una “buena educación” únicamente a través de los resultados en los exámenes, así como por la conducta y la actitud de quienes asisten a ella, tanto el alumnado como el profesorado. Esto presenta un enfoque en la performatividad de los resultados, así como en el comportamiento, opuesto al contenido o los procesos de enseñanza y aprendizaje. En la institución neoliberal, la “performatividad” es una categoría o forma que mide y califica el comportamiento de una persona dentro del papel que desempeña¹. Como sugiere Ball “la performatividad es una tecnología que relaciona el esfuerzo, los valores, los propósitos y la autocomprensión directamente con medidas y comparaciones de rendimiento”². Esto conduce a una cultura de microgestión de los procesos de las aulas orientada a resultados performativos, en línea con el discurso institucional, a menudo orientado a los valores corporativos³.

En contraposición a esta tendencia, las pedagogías críticas condicionan que el currículum debe “representar situaciones conocidas por los individuos cuya temática se busca detectar, lo que las hace reconocibles para ellos ... No sería posible ... proponer representaciones de realidades extrañas a los individuos”⁴. Este enfoque se compromete con las realidades de los y las estudiantes y se guía por su proceso de exploración de las estructuras de poder y los procesos institucionales. Trasladado a un planteamiento crítico de la enseñanza de las ciencias, este enfoque implica que el alumnado reconozca las diferentes formas en que el cambio científico y tecnológico afecta a las sociedades y los entornos, así como el hecho de que está inextricablemente vinculado a las relaciones de poder. Además, les ayuda a desarrollar sus propios puntos de vista y sistemas de valores sobre la ciencia y la tecnología y a prepararse para emprender acciones significativas⁵. Por el contrario, la educación científica, marcada por el neoliberalismo, enseña piezas de información distanciadas e incuestionables, que el alumnado compite por reproducir de forma repetitiva, cumpliendo con un enfoque idealizado de los productos y procesos de la ciencia⁶. Por ello, la educación científica crítica cuestiona el papel de la ciencia y la forma en que se produce el conocimiento en ella, y tiene el potencial de transformar la relación del alumnado con ella.

El presente artículo presenta los resultados de una investigación surge de la colaboración entre una investigadora que estudia las pedagogías críticas como prácticas educativas inclusivas en el contexto de las crecientes tasas de exclusión en la educación, y un profesor de ciencias que implementa un proyecto de ciencias críticas en sus clases en centros de educación secundaria. Provenientes de entornos distintos -el profesor: de ciencias de la educación científica crítica; la investigadora: de la enseñanza en unidades de exclusión alternativa y el trabajo con el Teatro del Oprimido-, ambos coincidieron en el potencial de trabajar con pedagogías críticas en secundaria. Su colaboración surgió del ‘Radical Education Forum’⁷, una red de educadores que se autoforman y organizan a través de pedagogías críticas y populares dentro, contra y más allá del panorama educativo neoliberal. La experiencia compartida condujo sus reflexiones dialógicas a lo largo de la investigación. Estaban interesados en explorar cómo las pedagogías críticas aplicadas en la educación científica cambian el proceso de producción de conocimiento y la “agencia” (agency)⁸ de las y los estudiantes dentro de él como aprendices y actores críticos, y la implicación que esto tiene para la ciencia dentro del sistema educativo neoliberal.

La implementación del proyecto de ciencias críticas tuvo lugar al final del curso 2018-19, y permitió que los diferentes roles del profesor y la investigadora se complementaron. El profesor, integrado en la

¹ Stephen Ball, «Neoliberal education? Confronting the slouching beast», *Policy Futures in Education* 14, n.º 8 (2016): 1046–1059.

² Ball, «Neoliberal education? Confronting the slouching beast», 1053.

³ Stephen Ball, «Show me the money! Neoliberalism at work in education», *FORUM: For Promoting 3–19 Comprehensive Education*, n.º 54 (2012): 23–28.

⁴ Paulo Freire, *Pedagogía del Oprimido* (Montevideo: Tierra Nueva, 2007), 99.

⁵ Derek Hodson, «Time for action: science education for an alternative future», *International Journal of Science Education* 25, n.º 6 (2003): 645–670.

⁶ Larry Bencze, Erin Sperling y Lyn Carter, «Students’ Research-Informed Socio-scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future», *Research in Science Education* 42, n.º 1 (2012): 129–148.

⁷ «Next meeting: Radical Education Forum hosted by Pupil Power» en el blog Radical Education, acceso el 23 de julio de 2021, <https://radicaleducationforum.tumblr.com>.

⁸ Ola Erstad, Raquel Miño, Pablo Rivera-Vargas, «Prácticas educativas para transformar y conectar escuelas y comunidades». *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación* 29, n.º 66 (2021): 9–20.

comunidad escolar, había establecido una relación de confianza con el alumnado y la colaboración con ellos se construyó sobre esta base. Sin embargo, el profesor se encontraba también dentro de una parte del sistema escolar que el marco pedagógico crítico cuestionaba. Por ello, al implicarse desde una posición externa, la investigadora pudo poner en escena una intervención en el aula, utilizando las herramientas del Teatro del Oprimido⁹ para que el alumnado y el profesor pudieran explorar sus relaciones entre sí, con el aprendizaje y con la institución¹⁰.

En el artículo, se analizan los cambios producidos en estas relaciones a lo largo del proyecto de ciencias críticas, y se explora el potencial transformador del trabajo como intervención pedagógica en el aula. En concreto, explora el potencial de las pedagogías críticas dentro de la enseñanza de las ciencias en un momento en el que los pronósticos sobre el cambio climático están siendo cuestionados, y el desarrollo de visiones orientadas a la justicia climática es impulsado a menudo por las generaciones más jóvenes.

Contexto

Los rasgos de las exclusiones

En Inglaterra, se ha producido un fuerte aumento de las exclusiones escolares en los últimos años, con un número de exclusiones permanentes que ha incrementado casi un 40% entre 2012 y 2017¹¹. Mientras tanto, el discurso político se ha volcado a las cifras, estableciendo marcadores claros hacia los logros del alumnado a través de “una estandarización de los conocimientos ... y la auditoría”, haciendo que “la producción continua de cifras esté disponible para el escrutinio”¹². Según las estimaciones del gobierno, un alto porcentaje del alumnado excluidos proceden de familias con bajos ingresos, de comunidades marginalizadas o con “necesidades educativas especiales”¹³. Esto indica que el alumnado de las comunidades marginalizadas tiene más probabilidades de ser excluidos de la educación pública. Según Youdell¹⁴ “la identidad del grupo excluido es fundamental para su exclusión”, lo que “sugiere que se trata de procesos sociales”. Sin embargo, las políticas educativas neoliberales, como el *UK White Paper* de 2016, alaban la importancia de los rasgos de carácter para saber “cómo recomponerse si se enfrenta al fracaso”¹⁵, asignando la culpa del fracaso a los comportamientos y la capacidad individual de las y los estudiantes para formar parte de la cultura escolar y de aprendizaje.

Uno de los principales motivos de exclusión escolar es el “comportamiento disruptivo persistente”¹⁶. Esto sugiere que el estudiantado de entornos marginalizados o que aprenden de forma diversa se desentenden de las clases o muestran un comportamiento inconforme. Hay varias razones que explican esta falta de participación, y van más allá del aula o de la escuela. Sin embargo, como también analiza el informe de Timpson¹⁷, una revista independiente del Ministerio de Educación, el sistema educativo inglés está fracasando y marginando progresivamente a una parte específica de su población estudiantil.

En los últimos años, inicialmente como parte del movimiento global *Black Lives Matter* (Las vidas negras importan) en 2020, y en relación con la espiral de precarización debida a la pandemia del Covid19, se han formado varios grupos en el Reino Unido para hacer campaña contra la exclusión escolar con una fuerte

⁹ Augusto Boal, *Theatre of the Oppressed*, 15.ª ed. (New York: Theatre Communications, 1985).

¹⁰ Nelly Alfandari, «Changing the Terms of Engagement-Reflecting on the Use of Image Theatre in Research with Secondary School Students», en *Educational Research:(Re) Connecting Communities. Proceedings of ECER 2020*, ed. por Judit Onses-Segarra y Fernando Hernández-Hernández, NW 29, Research on Arts Education, (Barcelona: University of Barcelona - Dipòsit Digital, 2021).

¹¹ DfE «Permanent and fixed-period exclusions in England: 2018 to 2019», en la web oficial del gobierno de Reino Unido, acceso el 23 de julio de 2021, <https://www.gov.uk/government/statistics/permanent-and-fixed-period-exclusions-in-england-2018-to-2019>

¹² Pat Thomson, Christine Hall, Ken Jones, «Maggie's day: a small-scale analysis of English education policy», *Journal of Education Policy* 25, n.º 5 (2010): 644.

¹³ DfE «Permanent and fixed-period exclusions in England: 2018 to 2019», en la web oficial del gobierno de Reino Unido, 95.

¹⁴ Deborah Youdell, *Impossible bodies, impossible selves: Exclusions and student subjectivities*. Vol. 3, (Luxemburgo: Springer Science & Business Media, 2016), 13.

¹⁵ DfE, «Educational excellence everywhere» 2016, en la web oficial del gobierno de Reino Unido, acceso el 23 de julio de 2021: <https://www.gov.uk/government/publications/educational-excellence-everywhere>.

¹⁶ DfE, «Permanent and fixed-period exclusions in England: 2018 to 2019», tabla 4.

¹⁷ Berni Graham, Clarissa White, Amy Edwards, Sylvia Potter, and Cathy Street, *School exclusion: a literature review on the continued disproportionate exclusion of certain children* (England: Department for Education, 2019).

postura antirracista. Algunos de ellos son *No more Exclusions* (No más exclusiones), *Coalition of Anti-racist Educators* (Coalición de Educadores Antirracistas) o *Black Educators Alliance* (Alianza de Educadores Negros), etc. Al mismo tiempo, movimientos de justicia climática como *Fridays for Future* o *Extinction Rebellion* (Rebelión Extinción) ganaron apoyo e impulso entre las juventudes, y las huelgas climáticas fueron muy bien acogidas entre el estudiantado de las escuelas. Como reacción, en el otoño de 2020 el gobierno conservador publicó una directriz política que, entre otras cosas, prohíbe la enseñanza de material crítico con el capitalismo y la “promoción de narrativas divisivas o victimistas”¹⁸, dirigiéndose implícitamente a los grupos antirracistas, así como a las organizaciones de justicia climática.

Educación científica dominante

Las políticas neoliberales mencionadas afectan directamente a la Enseñanza de las Ciencias (SE según sus iniciales en inglés), razón por la cual la SE ha desvinculado de su dimensión social y, por tanto, de las cuestiones socioecológicas de nuestro tiempo¹⁹. A efectos de este artículo, denominamos este tipo de ciencia escolar convencional como SE dominante.

El estado problemático de la SE dominante ha sido objeto de debate durante muchos años. Ya en la década de 1990, muchos académicos notables de la SE, como Glen Aikenhead, William Cobern, Victoria Costa y Derek Hodson, criticaron sus políticas y prácticas para funcionar en un contexto que privilegia los puntos de vista occidentales de la clase media y, al mismo tiempo, socava las visiones alternativas del mundo²⁰.

Una de las principales características de la SE dominante es que presenta la ciencia como vinculada a verdades absolutas, como si no estuviera afectada por las relaciones de poder y los privilegios. Una prueba de ello es que los libros de texto de la SE dominante evitan hacer referencia a cómo las relaciones problemáticas entre las empresas y las instituciones de investigación científica conducen a la manipulación de la ciencia²¹. Los ejemplos de este tipo de relaciones pueden basarse en los numerosos casos en los que las empresas han pagado a los científicos para desvirtuar las conclusiones científicas que desacreditan determinados productos tecnológicos en relación con la industria del petróleo, el tabaco o la energía nuclear²². Del mismo modo, la ciencia escolar omite a menudo hacer referencia a la forma en que los privilegios de género, raciales y de clase promueven las desigualdades en el ámbito de la ciencia profesional. Un ejemplo de ello es la minimización de la contribución de Rosalind Franklin en el descubrimiento del ADN²³, una minimización que también se refleja en los libros de texto de ciencias.

Otra característica de la SE es que su concepción del aprendizaje se limita a la adquisición de habilidades técnicas descontextualizadas y conocimientos científicos fragmentados²⁴. Este proceso evoluciona en paralelo con el esfuerzo de las principales instituciones educativas por glorificar los campos de la ciencia y la tecnología, con el fin de atraer al alumnado a las carreras de STEM (según sus iniciales en inglés para: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)²⁵. Estas profesiones tienen un enfoque técnico específico y carecen de un enfoque científico holístico. Un ejemplo de cómo se promueven las profesiones STEM en los sistemas escolares es un conjunto de carteles²⁶ creado por la Royal Society of Chemistry (RSC). Al adoptar el lema “No todos los químicos llevan cuello blanco”, la RSC anuncia carreras de especialización técnica (por ejemplo, la ingeniería de automóviles). En lugar de comprometerse con las complejidades de la vida, está

¹⁸ DfE, «Plan your relationships, sex and health curriculum» 2020, en la web oficial del gobierno de Reino Unido, acceso el 23 de julio de 2021: <https://www.gov.uk/guidance/plan-your-relationships-sex-and-health-curriculum>.

¹⁹ Alonso Yanez, Kurt Thumlert, Suzanne de Castell, Jennifer Jenson, «Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education», *Futures*, n.º 108 (2019): 27–36.

²⁰ Erminia Pedretti, Joanne Nazir, «Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on», *Science Education* 95, n.º 4 (2011): 614.

²¹ Bencze, Sperling y Carter, «Students’ Research-Informed Socio-scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future», 129–148.

²² Naomi Oreskes, Erik Conway, *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*, Bloomsbury Press, 2010.

²³ Monique Frize, Peter R. D. Frize, Nadine Faulkner, *The bold and the brave: A history of women in science and engineering* (Canada: University of Ottawa Press, 2009).

²⁴ Yanez, Thumlert, de Castell y Jenson, «Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education», 27–36.

²⁵ Bencze, Sperling y Carter, «Students’ Research-Informed Socio-scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future», 129–148.

²⁶ <https://edu.rsc.org/download?ac=14544>, [Consultado el 23 de julio de 2021]

ofreciendo una versión simplificada de la ciencia. Esta proyección contradice el estándar de un científico como intelectual con conocimientos disciplinarios críticos, ya que supone que el estudiantado que intenta atraer no es capaz de pensar de forma crítica.

Por último, desde el punto de vista del alumnado se percibe que la ciencia escolar implica una evaluación individualizada y constante. El éxito depende de la capacidad del alumnado para absorber grandes cantidades de leyes y teorías rápidamente presentadas y descontextualizadas. Éstas suelen transmitirse a través de enfoques pedagógicos positivistas y autoritarios que recurren a ejercicios de laboratorio de libro de recetas que siempre conducen a conclusiones predeterminadas²⁷. La mentalidad explorada anteriormente puede describirse como una ética consumista²⁸, ya que el alumnado compite para acceder personalmente a los mejores productos de la SE, como cursos y titulaciones, para competir en el marco de la división del trabajo STEM.

Educación crítica en ciencias

En este contexto, la aplicación de pedagogías críticas²⁹ se ha convertido en un acto de confrontación. Al revisarla en 2016, Giroux³⁰ considera que se trata de una herramienta para hacer frente a “una pedagogía de la represión que intenta camuflar el papel que desempeña la educación en la distorsión de la historia, silenciando las voces de los grupos marginalizados y socavando la relación entre el aprendizaje y el cambio social”. Describe la pedagogía crítica como una poderosa herramienta para contrarrestar las injusticias sociales perpetuadas por un sistema educativo tradicional y hegemónico.

La Pedagogía del Oprimido de Freire se origina dentro de su contexto sociopolítico-histórico específico de la dictadura brasileña, por lo tanto, su marco teórico basado en el opresor y el oprimido ve el poder como binario y estructural³¹. Mientras que consideramos que las dinámicas de poder en el contexto del aula de esta investigación son más fluidas, creemos que los elementos clave de la pedagogía de Freire, como el aprendizaje como herramienta de cambio, son pertinentes en el contexto de la escolarización descrito anteriormente. Por ello, este artículo reflexiona sobre su aplicación en las aulas inglesas contemporáneas urbanas, y concretamente en las clases de ciencias en un contexto de creciente sensibilización sobre la justicia climática entre las juventudes. Se compromete con una respuesta más amplia de una parte importante de los educadores de ciencias e investigadores^{32, 33, 34} que han reclamado una SE politizada y basada en los problemas. En este artículo nos referiremos a esta forma de educación científica como CSE (según sus iniciales en inglés para: educación científica crítica).

La CSE es el paradigma educativo que se deriva de la aplicación de una pedagogía crítica³⁵ que se compromete con las ideas y las preguntas que el estudiantado trae a las aulas de ciencias³⁶. En muchos sentidos, ha sido influenciada y ha evolucionado junto con las pedagogías feministas, así como con la educación multicultural y urbana³⁷. El objetivo de la CSE es ayudar al alumnado a desarrollar una conciencia para abordar una investigación científica que los capacite para su vida cotidiana.

La CSE, además, se suma a enfoques similares como los Temas Socio-Científicos (SSI según sus iniciales en inglés) y la pedagogía de la enseñanza de la Ciencia-Tecnología-Sociedad (STS según sus iniciales en inglés). El movimiento de los SSI se basa en la idea internacionalmente reconocida de enseñar la SE a

²⁷ Randy Bell, “Perusing Pandora's Box: Exploring The What, When, And How Of Nature Of Science Instruction”, Flick B and Lederman G (eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Science & Technology Education Library, vol 25. Springer, Dordrecht 2006, 427-446.

²⁸ Bencze, Sperling y Carter, «Students' Research-Informed Socio-scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future», 129-148.

²⁹ Freire, *Pedagogía del Oprimido*, 99.

³⁰ Henry Giroux, “Beyond pedagogies of repression”, *Monthly Review*, 67 (10), 2016, 57-71, pp. 57-58.

³¹ *Ibíd.*

³² Ralph Levinson, «Science education and democratic participation: An uneasy congruence? », *Studies in Science Education* 46:1, 2010, 69-119.

³³ Clayton Pierce, *Education in the Age of Biocapitalism*, Palgrave Macmillan US, 2013.

³⁴ Bruno Latour, *Reassembling the social: An introduction to Actor-Network-Theory*, Oxford University Press, 2007.

³⁵ *Ibíd.*

³⁶ Andrew Gilbert, *Courageous pedagogy: Enacting critical science education*, Information Age Publishing Inc, 2013.

³⁷ Edna Tan, Angela Calabrese, Maura Varley Gutierrez, Erin Turner, *Empowering science and mathematics education in urban schools*, (Chicago: The University of Chicago Press, 2012).

través de temas controvertidos³⁸. Su fundamento es el objetivo de desarrollar competencias de razonamiento que permitan al alumno analizar cuestiones de la vida cotidiana teniendo en cuenta sus componentes sociales y científicos³⁹. Algunos ejemplos de SSI son el calentamiento global, la contaminación atmosférica, etc.

La pedagogía de los SSI se basa en el análisis de los productos de la ciencia y la tecnología que influyen en nuestra vida y bienestar. Ejemplos de estos productos son el arroz modificado genéticamente, los teléfonos móviles o las armas nucleares. Los SSI abarcan una amplia gama de corrientes pedagógicas, que han sido descritas por Pedretti y Nazir⁴⁰. El esquema pedagógico de este proyecto de investigación se corresponde con lo que los autores denominan la corriente de la Socio-Ecojusticia: las actividades relevantes en el aula están diseñadas para apelar al sentido de la justicia del alumnado, motivarlos a pensar críticamente sobre dichos productos y tomar medidas para cambiar la situación actual⁴¹.

Ecología de la escuela

Los retos a los que se enfrenta el profesorado cuando intenta aplicar en clase un enfoque basado en la CSE están muy bien documentados⁴². Tal vez el factor más importante que se ha identificado para limitar las aplicaciones de la CSE en las aulas de ciencias es la cultura de preparación de exámenes, que valora la transmisión de conocimientos, en lugar de la producción de conocimientos⁴³. Además, la investigación de Hoeg *et alii*⁴⁴ acentúa el papel del currículum estandarizado, la falta de tiempo y recursos y el enfoque en la enseñanza de los conocimientos de contenido. Con respecto a esto último, Bencze y Carter⁴⁵ señalan que incluso cuando el profesorado tiene una alternativa viable, muchos prefieren seguir enseñando conocimientos científicos y teóricos predeterminados, para hacer frente a las presiones de enseñar el contenido de los exámenes.

Por otra parte, existen numerosos factores que constituyen un entorno escolar favorable a las prácticas de CSE, como las relaciones de confianza entre el profesorado y el equipo directivo. El instituto Milestone Academy⁴⁶, donde tuvo lugar esta investigación, es una escuela nueva con un número relativamente pequeño de profesores y un buen nivel de comunicación con el equipo de dirección. La escuela acababa de poner en marcha un programa de investigación-acción basado en el profesorado, que dio a los mismos la oportunidad de experimentar con enfoques pedagógicos alternativos. Podría decirse que las condiciones mencionadas tendrían poco valor si el profesorado no tuviera la suficiente resiliencia, a pesar de las presiones que enfrentan en los sistemas escolares neoliberales, para desarrollar las competencias necesarias, como la gestión del tiempo y los enfoques de aprendizaje activo.

Por último, cabe mencionar que los valores personales y políticos del profesorado, como la adhesión a la justicia social y la sostenibilidad medioambiental, también están relacionados con la posibilidad de crear espacios para la CSE en las aulas⁴⁷.

Proyecto de investigación

Este artículo explora la aplicación de la CSE como proyecto de fin de curso con una clase de grado 9 (13-14 años) en Milestone Academy. Se trata de una escuela secundaria pública urbana, con un alto porcentaje de

³⁸ Dana L. Zeidler, Bryan H. Nichols, «Socioscientific issues: Theory and practice», *Journal of Elementary Science Education* 21, n.º 2 (2009): 49–58.

³⁹ Patrick Ashby, Felicia M. Mensah, «Critical Chemistry Education in a Private, Suburban High School», *Research in Science Education* 50, n.º 1 (2020): 303–332.

⁴⁰ Pedretti y Nazir, «Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on», 614.

⁴¹ *Ibíd.*, 617.

⁴² *Ibíd.*, 602.

⁴³ Landon Beyer, Michael Apple, *The Curriculum: Problems, politics, and possibilities* (New York: State University of New York Press, 1988).

⁴⁴ Darren Hoeg, Nathalie Lemelin, Larry Bencze, «Sociopolitical development of private school children mobilising for disadvantaged others», *Cultural Studies of Science Education* 10, n.º 4 (2015): 1155–1174.

⁴⁵ Larry Bencze, Lyn Carter, «Globalizing students acting for the common good», *Journal of Research in Science Teaching* 48, n.º 6 (2011): 648–669.

⁴⁶ Para mantener el anonimato, todos los nombres utilizados en este artículo son seudónimos.

⁴⁷ Hoeg, Lemelin y Bencze, «Sociopolitical development of private school children mobilising for disadvantaged others», 1155–1174.

estudiantes con “inglés como lengua adicional” (entre el 55% y el 60%) y un porcentaje considerable de elegibilidad de comidas escolares gratuitas (20%). El proyecto se llevó a cabo al final del curso escolar con un grupo de estudiantes con capacidades mixtas, formado por 24 alumnos de diversos orígenes y procedencias étnicas, que habían estado trabajando en el primer año de su curso de ciencias GCSE, que es el principal currículum de SE en el Reino Unido. El proyecto tuvo lugar durante diez clases de una hora de duración.

La investigadora estuvo presente durante todo el proyecto y participó como soporte del profesor. Al final del proyecto, facilitó un taller creativo con el alumnado y su profesor para reflexionar sobre el proyecto, basándose en elementos del método de teatro participativo Teatro del Oprimido⁴⁸, que se basa en las pedagogías críticas. En las siguientes secciones se ofrece, en primer lugar, una visión general del taller de investigación y de la metodología del Teatro del Oprimido, y a continuación se presenta la metodología empleada en el proyecto de ciencias críticas, y se describe cómo se aplicó en el aula de ciencias de Milestone Academy.

Metodología: La investigación como ensayo para la transformación

El objetivo de la investigación fue explorar las pedagogías críticas implementadas a lo largo del proyecto de ciencias críticas y el potencial de estas pedagogías para crear espacios más inclusivos para el aprendizaje en el contexto de las crecientes tasas de exclusión mencionadas anteriormente. Al querer crear un espacio de reflexión compartido con todos los y las participantes, la investigadora decidió basarse en metodologías creativas. Las metodologías creativas ofrecieron “normas básicas alternativas para la comunicación”⁴⁹, introduciendo intercambios creativos a través de expresiones corporales. Como la mayoría de los y las participantes no tenía experiencia en la expresión basada en el teatro, esto ofrecía la oportunidad de cambiar los hábitos de participación establecidos. Los participantes que se mostraron más expresivos en los talleres de teatro fueron, por lo general, distintos a los que se propusieron voluntarios en las entrevistas, por lo que el método favoreció la diversificación de las voces⁵⁰. Tras la presentación final del póster del proyecto de ciencias críticas, la investigadora facilitó un taller de teatro participativo para reflexionar con la clase y el profesor sobre el proceso pedagógico que habían vivido, sirviéndose de elementos del Teatro del Oprimido, con el objetivo de reflexionar sobre las dinámicas de poder dentro del aula, y el sentido de agencia y pertenencia del estudiantado. Estos talleres se sumaron a las observaciones participativas, y se complementaron con ejercicios de mapeo participativo y entrevistas con los y las participantes.

El Teatro del Oprimido⁵¹ ofrece una metodología participativa basada en los principios de las pedagogías críticas que apoyan a los grupos para que exploren y reflexionen sobre sus experiencias y se confronten con las dinámicas de poder en torno a ellos y entre ellos, dentro del espacio creativo del teatro. El espacio estético formado por el teatro permite acciones que de otro modo no serían posibles. Gallagher explica que “el espacio teatral te pone en una relación diferente tanto con los demás como con las ideas que estás investigando y comunicando”⁵². En este sentido, los y las participantes pudieron explorar y expresar las dinámicas de poder entre ellos, al mismo tiempo que se comprometían activamente.

La investigadora facilitó una serie de ejercicios de teatro imagen como intervención de investigación con la intención de trabajar con las dinámicas de poder y ofrecer un espacio de reflexión que incluyera la posibilidad de salir de éstas. El teatro imagen es uno de los métodos clave del Teatro del Oprimido, en el que los y las participantes exploran críticamente sus experiencias a través de imágenes corporales creadas colectivamente para “expresar y desarrollar de forma creativa, no verbal y dialógica sus percepciones del mundo, las estructuras de poder y las opresiones”⁵³.

⁴⁸ Boal, *Theatre of the Oppressed*.

⁴⁹ Elizabeth Ellsworth, «Why doesn't this feel empowering? Working through the repressive myths of critical pedagogy», *Harvard Educational Review* 59, n. ° 3 (1989): 317.

⁵⁰ bell hooks, *Teaching to transgress. Education as a freedom of practice* (New York: NY Routledge, 1994).

⁵¹ *Ibíd.*

⁵² Pat Thomson, Julian Sefton-Green, «A conversation with Kathleen Gallagher», in: *Researching Creative Learning*, Routledge, (2010): 76.

⁵³ Larry M. Bogad, «ACTIVISM Tactical carnival: social movements, demonstrations, and dialogical performance», en *A Boal companion: Dialogues on Theatre and Cultural Politics*, ed. J. Cohen Cruz and M. Schutzman (Londres y New York: Routledge, 2006), 49.

Gallagher⁵⁴ considera que trabajar con las artes permite “abrirse a cambios de poder y replantear los términos del compromiso”. El teatro imagen lo logra trabajando con expresiones físicas de conocimiento corporeizado o personalizado⁵⁵. Esto permite que los y las participantes de la investigación se comprometieran de forma diferente en el diálogo, ya que pudieron explorar diferentes roles a través del teatro, donde se aplican diferentes normas⁵⁶.

Basándose en el teatro imagen, la investigación exploraba las dinámicas de poder establecidas y los papeles asociados dentro de una clase (del “buen” y el “mal” estudiante, el “inteligente” o el “de baja capacidad”, el “popular” o el “extraño”, etc.⁵⁷), cómo cambiaban y si lo hacían a lo largo del proyecto de ciencias críticas. Además, se pretendía analizar cómo estos roles conformaban las impresiones que los y las participantes tenían de sí mismos en el contexto de la clase cotidiana y cómo podían influir en la forma en que los distintos estudiantes experimentan el proceso de aprendizaje y afectan a la producción y el intercambio de conocimientos en el aula.

Al ver el poder como algo disperso y fluido en lugar de verlo como algo fijo, el marco de la investigación ampliaba el modelo binario propuesto por las pedagogías críticas de “opresor y oprimido”⁵⁸, considerando la complejidad de las dinámicas de poder asociadas a estos diferentes roles e identidades y su adquisición. Para explorar estas dinámicas de poder enredadas, la investigación se basó en una perspectiva espacial crítica, “para dar sentido a las formas en que se constituyen los espacios y los sujetos escolares”⁵⁹. El espacio estético del teatro se produce en el ámbito de la imaginación⁶⁰, lo que permite que se desarrollen nuevos imaginarios, confrontando las dinámicas de poder en juego en lo cotidiano. El taller sirvió como parte de la evaluación final del proyecto de ciencias críticas. Aunque a lo largo del proyecto la dinámica de poder en el aula cambió, el taller permitió que estos cambios se abordaran y exploraran más a fondo.

Temas controvertidos en la ciencia - Esquema y método del proyecto

La estructura de STEPWISE⁶¹

El objetivo principal de STEPWISE es promover acciones sociopolíticas que se nutren en la investigación y que abordan temas socio-científicos (SSI según sus iniciales en inglés). Consta de tres fases, que pueden verse en la Figura 1. Durante la fase 1, el alumnado reflexiona sobre lo que saben sobre un producto de la ciencia y la tecnología (por ejemplo, los móviles). Para ello se pueden utilizar diferentes recursos como estímulos, como una declaración polémica, una fotografía, un anuncio o un vídeo. El objetivo en esta fase es que el alumnado y las alumnas expresen sus propios puntos de vista, por ejemplo, comentando lo que les gusta o disgusta sobre el tema elegido, a quién puede beneficiar o perjudicar, compartir una experiencia o pensamiento positivo y otro negativo, relacionados con él.

Durante la fase 2, el profesor introduce los temas relevantes a través de una lente socio-científica y medioambiental. Para ello, puede utilizar estrategias como breves presentaciones seguidas de debates socráticos, describiendo, por ejemplo, “cómo los metales terrestres son vitales para la fabricación de teléfonos móviles” y “cómo los problemas de la extracción de minerales relevantes están relacionados con las malas condiciones de trabajo y la degradación del medio ambiente local”. El objetivo en esta etapa es que el alumnado desarrolle competencias de investigación como el análisis de la información de los artículos y la creación de encuestas para recoger datos de los compañeros. Además, deben ser capaces de identificar y

⁵⁴ Kathleen Gallagher, «The art of methodology: A collaborative science», in: *The methodological dilemma* (Londres: Routledge, 2008), 69.

⁵⁵ hooks, *Teaching to transgress. Education as a freedom of practice*.

⁵⁶ Geraldine Pratt, Caleb Johnston, «Turning theatre into law, and other spaces of politics», *Cultural Geographies* 14, n.º 1 (2007): 92–113.

⁵⁷ Pat Thomson, «Working the in/visible geographies of school exclusion», in: *Spatial theories of education*, (Londres: Routledge, 2007), 121–140.

⁵⁸ *Ibíd.*

⁵⁹ Deborah Youdell, Felicity Armstrong, «A politics beyond subjects: The affective choreographies and smooth spaces of schooling», *Emotion, Space and Society* 4, n.º 3 (2011):144.

⁶⁰ Augusto Boal, *Rainbow of desire* (London: Routledge, 1995).

⁶¹ “STEPWISE” es un acrónimo para Educación Científica y Tecnológica que Promueve el Bienestar de los Individuos, la Sociedad y el Medioambiente (según sus iniciales en inglés). Para mayor información, véase: www.stepwiser.ca

describir las relaciones de poder, las alianzas de poder y los privilegios, que se relacionan con las SSI que han elegido.

Durante la fase 3, el alumnado practica diseñando y llevando a cabo su propia acción informada a través de la investigación. Una acción basada en la investigación consta de dos partes: la investigación y un plan de acción. El alumnado comienza realizando una investigación secundaria, por ejemplo, utilizando artículos e Internet para aprender sobre el ciclo de vida de un teléfono móvil. A continuación, realizan una investigación primaria sobre una pregunta de investigación generada por ellos, por ejemplo, utilizando estudios de correlación para conocer la concienciación de sus compañeros sobre el problema del trabajo infantil en la extracción de metales raros. Por último, utilizan sus conclusiones para elaborar un plan de acción para cambiar la situación actual de la forma que consideren oportuna: realizando un vídeo para difundirlo a través de las redes sociales sobre las responsabilidades de las empresas de telefonía móvil en el fomento de las injusticias sociales, por ejemplo. El marco aconseja que el profesorado organice, en la medida de lo necesario, uno o varios ciclos de lecciones y actividades, tal y como se ilustra en la figura 1, hasta que el alumnado esté preparado para llevar a cabo, de forma autónoma, un proyecto de acción basado en la investigación⁶².

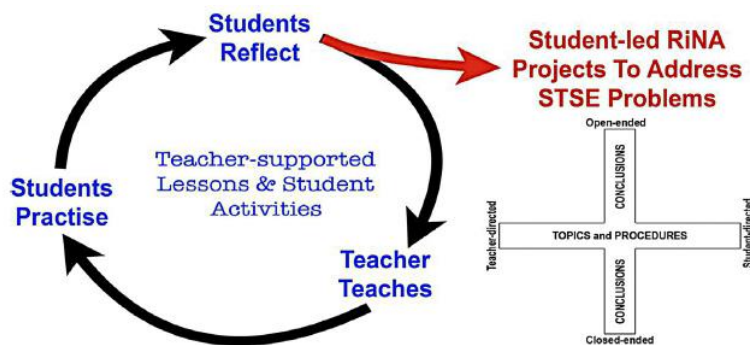


Figura 1 Diagrama que muestra la estructura del esquema pedagógico STEPWISE⁶⁴

Esquema del proyecto

Durante la fase 1, el estudiantado hizo una lluvia de ideas sobre los temas científicos que les interesaban y explicaron sus elecciones. A continuación, trabajaron en grupos y priorizaron un conjunto de tarjetas que ilustraban los SSI relacionados con los planes de estudio de ciencias. Además, se les proporcionaron tarjetas en blanco, en las que podían incluir otros temas de su elección. La producción escrita que resultó de las discusiones de grupo fueron los mapas mentales que conectaron la información sobre los SSI, mostrando las relaciones entre las diferentes partes interesadas⁶⁵.

Durante la fase 2, se mostró a todos el alumnado un vídeo que presenta las implicaciones sociales y medioambientales de la extracción de metales raros en la República Democrática del Congo y su relación con la industria de los teléfonos móviles⁶⁶, como un ejemplo de uno de los temas controvertidos en la ciencia. El debate que surgió en clase estimuló la reflexión del alumnado y arrojó luz sobre cómo el ciclo de vida de un producto puede perjudicar o beneficiar a los grupos sociales y al medio ambiente. Además, el profesor aportó ejemplos de lo que el alumnado puede hacer para cambiar la realidad social que les rodea, como un vídeo de

⁶² Bencze y Krstovic, «Science Students' Ethical Technology Designs as Solutions to Socio-scientific Problems», 201-226.

⁶³ En el centro del círculo: Lecciones con el apoyo del profesor y actividades del alumnado. En la circunferencia de derecha a izquierda: El profesor enseña -> el alumnado practican -> el alumnado reflexionan -> Proyectos RiNA (según sus iniciales en inglés para: informado a través de la investigación y acción negociada) dirigidos por el alumnado para abordar problemas STSE (según sus iniciales en inglés para: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medioambiente); Conclusiones abiertas/cerradas y temas y procedimientos dirigidos por el profesor/el alumnado

⁶⁴ «STEPWISE Pedagogical Schema for Enabling Student-led RiNA Projects» en la web oficial de John Lawrence Bencze, acceso el 23 de julio de 2021, <https://wordpress.oise.utoronto.ca/jlbencze/stepwise/>

⁶⁵ Bencze y Krstovic, «Science Students' Ethical Technology Designs as Solutions to Socio-scientific Problems», 201-226.

⁶⁶ «Blood in the Mobile by Frank Piasecki Poulsen», en el canal oficial de Youtube de bloodinthemobile, acceso el 23 de julio de 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=wQhILuBwOtE>.

YouTube (realizado por un alumno) que critica un producto cosmético⁶⁷. Por último, el alumnado presentó una lluvia de ideas sobre las acciones que podrían emprender y las priorizaron explicando cuáles creían que serían más eficaces y por qué.

Durante la fase 3, se distribuyó al alumnado ejemplos de artículos y acceso a Internet con la tarea de leer y analizar la información relevante. Se les facilitó una serie de recursos para ayudarles a desarrollar su investigación⁶⁸. Cada grupo presentó sus conclusiones a la clase y el alumnado evaluaron su trabajo entre ellos. A continuación, se llevó a cabo la investigación primaria, que adoptó la forma de estudios correlacionales. Los estudios correlacionales son un método de investigación científica que permite observar y comparar los cambios en las posibles causas y resultados. Consiste en observar cómo se relacionan las variables entre sí y analizarlas mediante un análisis estadístico. Por ejemplo, los científicos podrían comparar la incidencia de los síntomas del SIDA con los niveles naturales del virus del VIH. A diferencia de los científicos, el alumnado de ciencias en la escuela rara vez llevan a cabo estudios de correlación⁶⁹.

Para introducir los estudios correlacionales, en primer lugar, se hizo un debate en clase sobre cómo este método puede ser adecuado para investigar temas controvertidos. Por ejemplo, para los científicos que investigan las consecuencias negativas del consumo de tabaco en la salud, un experimento no sería ni factible ni ético. A continuación, el alumnado elaboró una pregunta de investigación, crearon cuestionarios y recogieron datos en el aula. En cuanto a las acciones, la mayoría de los grupos decidieron crear carteles, folletos y vídeos para enseñar a sus compañeros. Además, los motivó la idea de organizar un acto de presentación de posters o carteles⁷⁰. Durante la presentación de carteles, el alumnado instaló sus puestos alrededor del aula y los presentó simultáneamente mientras alumnos y profesores invitados circulaban por la sala. El alumnado repartió sus materiales de acción y respondieron a las preguntas del público.

Reflexiones

Cambios en las relaciones de poder

A pesar del intento del profesor de integrar el proyecto de ciencias críticas en el currículum, este fue programado como un proyecto con tiempo limitado. Sin embargo, su esquema pedagógico desafía la cultura centrada en los exámenes de la institución neoliberal, que no permite más que acciones meramente simbólicas. Milestone Academy, este proyecto abrió un espacio para que el estudiantado se expresara genuinamente sobre las temáticas socio-científicas que afectan sus vidas. Conllevó reflexiones colaborativas y críticas significativas sobre temas sociales candentes, que produjeron cambios en las relaciones entre alumnos y profesores. Las pedagogías críticas desafiaron la cultura de aprendizaje de la escuela y no formaron parte del enfoque de evaluación y examen de la escuela. Considerando todo ello, compartimos, a continuación, nuestras reflexiones sobre la forma en la que el proceso de las pedagogías críticas, así como el taller final de teatro, permitieron a los y las participantes explorar las dinámicas de poder establecidas entre ellos, el aprendizaje y la institución, y cambiarlas, aunque sea momentáneamente.

Aprender para el cambio

De forma coherente con el marco STEPWISE, el alumnado eligió los temas que les interesaban de entre la gama de temas controvertidos propuestos. Entre otros, eligieron explorar la eficiencia energética, las armas nucleares, el cambio climático, el uso y la producción de los *smartphones* o cigarrillos electrónicos. A lo largo del proyecto, se dedicaron a buscar bibliografía secundaria sobre sus temas, realizaron entrevistas y diseñaron

⁶⁷ «Sample Student RiNA Project, Cosmetics Education» en el canal oficial de Youtube de STEPWISE Science Education, acceso el 23 de julio de 2021, <https://youtu.be/Gyco4jZn5xU>.

⁶⁸ Dimitris Tsoubaris, Larry Bencze, Sheila Curtis, Majd Zouda, «Practical suggestions for promoting science student actions to overcome social and environmental harms», *School Science Review* 102, n.º 379 (2020): 64–70.

⁶⁹ Larry Bencze, «Correlational studies in school science: Breaking the science–experiment–certainty connection», *School Science Review* 78, n.º 282 (1996): 95–101.

⁷⁰ Mirjan Krstovic, «Learning About Youth Engagement in Research-Informed and Negotiated Actions on Socio-scientific Issues», en *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments*, ed. por Larry Bencze (Luxemburgo: Springer International Publishing, 2017), 93–114.

carteles para compartir su investigación en la conferencia de carteles del aula. El estudiantado explicó que era importante para ellos comunicar a los demás sus resultados sobre temas medioambientales. En una entrevista, Mustafa, un estudiante que trabajaba sobre la eficiencia energética explicó que su objetivo era “dar a la gente ideas sobre nuestro proyecto y lo que queremos hacer y luego explicarlo más a fondo, y hacerles saber lo que sentimos por el mundo”.

La relevancia política de sus proyectos tenía importancia para el alumnado, así como compartir y enseñarles a otros. el estudiantado comentó que con sus proyectos querían “influir en la elaboración de políticas” (grupo de Eficiencia Energética), o investigar las “consecuencias socioambientales y económicas de las regiones donde se lanzaron bombas nucleares” (grupo de Armas Nucleares). Tener un sentido de “agencia” (*agency*)⁷¹ dentro de los campos que investigaban fue una motivación de aprendizaje para el alumnado, al ser capaces de explicar sus puntos de vista a los demás, y querer comprometerse con cuestiones de justicia social. Por ejemplo, al principio de la fase de preparación, el grupo de eficiencia energética debatió sobre el cambio climático y sobre “cuándo se acabará el mundo”, sobre lo que Mustafa concluyó afirmando: “entonces, tenemos que crear conciencia”, y esto alimentó el trabajo de los grupos en todo momento. En la presentación final del cartel, Hassan, del grupo de cambio climático, reflexionó que, si pudiera llevar el proyecto más lejos, “preguntaría a los industriales qué hacen para proteger el medio ambiente, no sólo en la oficina, también en casa; y después preguntaría al gobierno”.

Cambios en la producción de conocimiento

A lo largo del proyecto, el alumnado se organizaba en grupos de amigos, y eligieron trabajar sobre los temas de su interés. Por tanto, el aprendizaje se organizó en función de las amistades y los intereses comunes, en lugar de hacerlo a partir de las capacidades con las que habitualmente se los identifica. Esto creó un ambiente de aprendizaje motivado por el tema y el grupo, y no por pasar un examen o conseguir una nota. Lo más destacado de todo el proceso fueron las entrevistas entre compañeros; el hecho de ser capaces de aprovechar los conocimientos y experiencias de los demás y de presentar sus conclusiones a los demás también activó al alumnado más tranquilo. Los y las estudiantes como “coinvestigadores críticos en diálogo con el profesor”⁷² son clave en el esquema de las pedagogías críticas de Freire. El propósito es igualar la jerarquía entre los tipos de conocimientos valorados, dando importancia a los conocimientos e intereses del alumnado en las clases, y desafiando la idea de un conocimiento absoluto que sólo se encuentra en determinados libros. En el proyecto de ciencias críticas, esto cambió la forma en que el alumnado se relacionaba con los libros, o con la literatura secundaria. Como grupo, decidieron qué era lo que les interesaba investigar y, a continuación, eligieron la bibliografía en función de sus intereses comunes.

Cambios en las subjetividades del alumnado

En sus presentaciones de carteles concluyentes, el alumnado presentó sus resultados como expertos de su aprendizaje. El profesor comentó que notó un cambio a mitad del proyecto, cuando el alumnado empezó a trabajar con material que él mismo no había considerado antes: “Pensé: ahora está pasando algo, ¿sabes?, porque descubrieron aspectos interesantes sobre lo que habían investigado, algunas cosas que yo no sabía, y les dije: ‘Ahora estáis creando ciencia’, y creo que sí, se dieron cuenta”. Esta descripción muestra cómo el alumnado se comprometió con el aprendizaje y produjeron nuevos conocimientos en el aula independientemente del profesor. Desde el punto de vista del profesor, se trataba de un cambio que podían sentir el alumnado. Un cambio hacia la sensación de ser un investigador o una investigadora que crea ciencia y produce conocimientos. Esto implica un cambio en la subjetividad, que el profesor verbalizó ante sus alumnos. Este cambio en la subjetivación del alumnado también cambia la dinámica de poder con el profesor, ya que a través de la investigación del alumnado el profesor desempeña el papel de aprendiz, pues los resultados del alumnado son nuevos para él. Basándose en Foucault y Rancière, y desarrollando aún más la comprensión de Freire⁷³ sobre la emancipación, Biesta⁷⁴ expone: “De este modo, la emancipación puede

⁷¹ Erstad, Miño y Rivera-Vargas, «Prácticas educativas para transformar y conectar escuelas y comunidades», 9-20.

⁷² *Ibíd.*, 62.

⁷³ *Ibíd.*

entenderse como un proceso de subjetivación, es decir, de convertirse en un sujeto (político)". Al ser percibidos o identificados, no como sujetos de opresión, sino como iguales, el estudiantado puede cambiar los términos en los que se involucran en el contexto de aprendizaje.

Al final del proyecto, el alumnado explicó que un siguiente paso en su investigación sería aprender de aquellos que consideraban relevantes. En su investigación sobre el impacto de los cigarrillos electrónicos, un grupo consideró que para avanzar sería necesario incluir la opinión de los comercios locales. Un grupo que investigaba el impacto de los *smartphones* quería entrevistar a continuación a niños de 4-5 años, "puesto que realmente crecen con los *smartphones* y saben cómo utilizarlos". Esto implica un cambio entre qué conocimientos se llevan al aula y cuáles se valoran; amplía el espacio de aprendizaje hacia las familias del alumnado y a la comunidad local.

Sin embargo, el alumnado no pudo extender su investigación por falta de tiempo. Cabe subrayar que este tipo de trabajo por proyectos fue una iniciativa del profesor, no una parte de la política del departamento de ciencias. Quizás, un intento de incorporar plenamente el trabajo de proyectos científicos críticos chocaría con la cultura de preparación de los exámenes GCSE, en la que no se incluyen ni se valoran los conocimientos que el alumnado identifica como valiosos. Por tanto, supondría una complicada negociación a nivel institucional, teniendo en cuenta, además, la presión que suponen los exámenes.

Valoración

El proyecto no se calificaba, ya que se consideraba fuera de las demandas del examen. Sin embargo, el alumnado realizó trabajos relevantes para el currículum, se enfrentaron a textos de gran complejidad y pusieron su aprendizaje en aplicación. La presentación final de carteles representó una forma de valorización, ya que permitió al alumnado demostrar sus conocimientos y aplicarlos en debates con sus participantes. A diferencia de lo que ocurre en un examen o en una presentación calificada, el alumnado y el profesorado se movían libremente por el aula, pasando de un cartel a otro según sus intereses, y las conversaciones no eran monitoreadas. En este sentido, la valorización no fue rastreada ni controlada. Aún así, el estudiantado afirmó haberse sentido ante un reto y haber disfrutado compartiendo su investigación. Como forma de valorización, este proceso se sitúa fuera de la cultura escolar centrada en los exámenes, no obstante, la estructura de evaluación escolar era algo a lo que los y las estudiantes aspiraban, ya que obtener buenas notas representa una valorización institucional. En un momento de la conferencia de carteles, el codirector elogió el trabajo de uno de los grupos y les ofreció la posibilidad de presentar su investigación sobre el consumo de tabaco en la asamblea de la escuela, una forma prestigiosa de valorización dentro de la cultura escolar, y el reconocimiento se hizo visible en las reacciones del alumnado. Aunque las pedagogías críticas pretenden comprometerse críticamente con las estructuras de poder institucionales, el alumnado también mostró su deseo de pertenecer a esas estructuras y ser reconocidos por ellas.

Modelos de inclusión opuestos

No todo el alumnado de Milestone Academy pudo participar en la conferencia de carteles. Un grupo de estudiantes de la clase, denominado 'con necesidades educativas especiales' (SEN, según sus iniciales en inglés), fue excluido de las clases ese día por el departamento de SEN. Como era el final del curso de verano, y el alumnado con necesidades educativas especiales se veían con más dificultades para concentrarse, se había organizado su participación en un evento deportivo externo. Se trataba de un desafortunado conflicto logístico, pero su análisis en términos de participación pone de manifiesto las diferentes perspectivas pedagógicas de ambos eventos y la falta de coordinación entre ellos. El departamento de SEN que organizó la excursión decidió que la mejor manera de apoyar al alumnado con SEN era sacarlos de las clases y hacerlos participar en un evento deportivo al aire libre. A pesar de que el departamento de SEN organizó la excursión teniendo en cuenta las necesidades del grupo de alumnos, lo hizo *para* ellos y no *con* ellos⁷⁵, sin comprobar las

⁷⁴ Geert Biesta y Timothy Leary, "Have lifelong learning and emancipation still something to say to each other?", *Studies in the Education of Adults* 44, n.º 1 (2012): 16.

⁷⁵ Baz Kershaw, *The politics of performance: Radical theatre as cultural intervention*, Routledge, 2002.

necesidades o contextos específicos del alumnado. Uno de los alumnos con necesidades educativas especiales, que no participó en aquella clase, preparó un vídeo para acompañar el cartel de su grupo, y encontró así la manera de estar presente a pesar de todo. El profesor consideró que “fue una pena [que el alumnado con SEN fuera sacado de clase], ya que no nos permite ver cómo el planteamiento podría haber ayudado al alumnado a apropiarse de su aprendizaje”. En su enfoque pedagógico, la apropiación del evento por parte del alumnado fue clave.

Cambio en el trabajo de Ciencia

El alumnado no se limitaba a debatir conocimientos preestablecidos (como las ventajas y desventajas de los paneles solares), lo cual supone un cambio si se compara con una clase convencional; se comprometieron con el aprendizaje en profundidad, que se produce cuando el alumnado tiene el control de las decisiones⁷⁶. Por ejemplo: fueron capaces de relacionar los metales raros de la tierra con las industrias de las energías renovables y los teléfonos móviles, y de evaluar los aspectos sociales y medioambientales de la minería. De forma coherente con las investigaciones previas⁷⁷, el alumnado reconoció, al parecer, la complejidad de los SSI y los examinaron desde múltiples perspectivas. Esto es especialmente importante, ya que los SSI que eligieron son también temas actuales de sostenibilidad que requieren competencias analíticas multidimensionales. Al reflexionar sobre este proceso, reconocemos el potencial de un importante vínculo entre la SE y la Educación para la Ciudadanía⁷⁸.

Asimismo, según los comentarios de los y las estudiantes durante el proceso de evaluación, mejoraron competencias como la gestión del tiempo y el trabajo en equipo, y disfrutaron recogiendo datos y estableciendo vínculos entre las ideas que surgieron. Además, aportaron indicios de haber examinado la composición de su pensamiento y de haber actuado para mejorar su aprendizaje, es decir, hubo metacognición⁷⁹. Por ejemplo, cuando se les pidió que reflexionaran sobre las formas de mejorar su investigación en el futuro, el alumnado dio respuestas valiosas como “crear un calendario para las diferentes tareas”, “aclara la pregunta de investigación”, “resumir la información recogida en Internet”, “recoger más respuestas de la encuesta”, “elaborar el mapa de la red”. Aunque en su evaluación, el alumnado recurre a terminología específica de la escuela, como “programación del tiempo” y “gestión del tiempo”, las competencias a las que se refieren demuestran la autonomía que han podido adquirir con su trabajo.

Por último, cabe mencionar que, durante el proyecto, el alumnado tuvo el control para diseñar y llevar a cabo su propia investigación primaria. Se trata de un proceso más creativo si se compara con los experimentos científicos convencionales, que tienden a estar predeterminados y descontextualizados, como se ha comentado anteriormente en el artículo. La investigación primaria puede ayudar al alumnado a relacionarse directamente con sus ideas y acciones⁸⁰ y puede desarrollar conclusiones que pasen a formar parte de una conciencia sociopolítica más holística⁸¹. Sin embargo, al reflexionar sobre el proceso de investigación primaria durante el proyecto, el profesor planificaría más actividades de preparación a lo largo del curso académico, con el fin de facilitar el trabajo del alumnado en los estudios correlacionales.

Cambio de los términos del compromiso

A lo largo del proceso del proyecto de pedagogías críticas, la dinámica de poder en la clase empezó a cambiar. Al principio del proyecto, las clases estaban fuertemente dirigidas por el profesor, y la estructura de la clase y la conducta que se esperaba del alumnado se ajustaban a las expectativas del centro. A lo largo del proyecto, el profesor pasó gradualmente a adoptar un papel más asistencial o técnico, y el aula se organizó en forma de trabajo en grupo, donde cada grupo trabajaba de forma autónoma. En la presentación de carteles, los muebles

⁷⁶ Larry Bencze y Mirjan Krstovic, «Science Students' Ethical Technology Designs as Solutions to Socio-scientific Problems», Larry Bencze (Ed.), *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments* (Londres: Springer International Publishing, 2017), 201-226.

⁷⁷ Pedretti y Nazir, «Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on», 614.

⁷⁸ Zeidler y Nichols, «Socioscientific issues: Theory and practice», 54.

⁷⁹ Bencze y Krstovic, «Science Students' Ethical Technology Designs as Solutions to Socio-scientific Problems», p.155.

⁸⁰ Larry Bencze y Lyn Carter, “Globalizing students acting for the common good”, *Journal of Research in Science Teaching* 48, n.º 6 (2011): 648–669.

⁸¹ Hoeg, Lemelin y Bencze, «Sociopolitical development of private school children mobilising for disadvantaged others», 1155–1174.

del aula fueron desplazados para crear una sensación de galería, en la que el alumnado daba la acogida. Al finalizar el proyecto, el taller de teatro sirvió de evaluación, una reflexión compartida sobre el espacio de aprendizaje creado a lo largo del proyecto. Al mismo tiempo, el taller también sirvió para seguir explorando las dinámicas de poder cambiadas y para comprometerse con ellas, en un espacio acogedor creativo y lúdico⁸². Una de las imágenes teatrales que creó la clase mostraba dónde se sentían más poderosos en su aula, la imagen mostraba algunos de los cambios de poder y permitía a los y las participantes jugar a cambiar los términos de su compromiso⁸³.

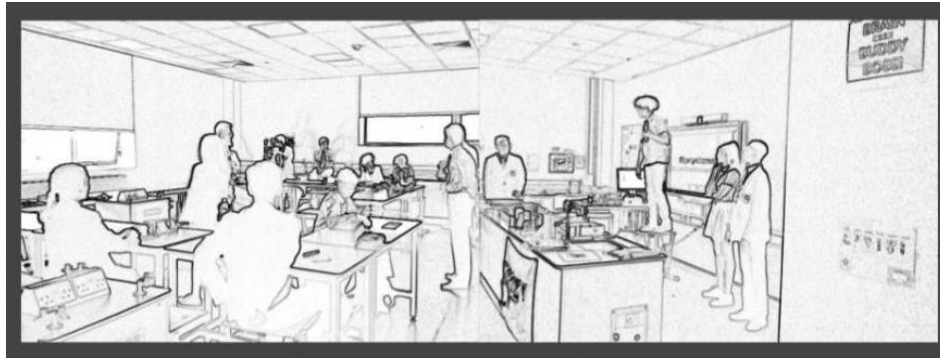


Figura 2: Material de investigación “Imagen del lugar en el que te sientes más poderoso”.

Mientras que el profesor se situó en el centro del aula, en medio de las mesas del alumnado, organizadas en forma de U, varios alumnos ocuparon la parte del aula diseñada para el profesor, simbolizada por la pizarra y el escritorio. El profesor se situó en el centro del “círculo de alumnos”, lo que en el teatro participativo se considera una afirmación de la participación en el proceso de grupos⁸⁴. También se enfrenta a la zona simbólica del profesor en el aula, ya que el alumnado le da la espalda. Mientras tanto, Sam, un estudiante, se sube a la silla del profesor, mirando hacia abajo en el aula; un comportamiento que en cualquier otro contexto sería castigado, en este contexto es una contribución activa y creativa. En esta constelación, el profesor y Sam se encuentran con la mirada, enfrentándose desde estas posiciones cambiadas. Omari y Lola se posicionan, a su vez, como presentadores del aprendizaje, al lado de la pizarra.

Los cambios en las normas de comportamiento del taller de teatro crítico posibilitaron diferentes términos de compromiso dentro del espacio estético proyectado sobre el aula. Los participantes pudieron cambiar sus papeles simbólicos o sus identidades⁸⁵, y esto también permitió un cambio en sus perspectivas de profesor o de alumno sobre el aula y sobre unos y otros. Al comprometerse con las formas espaciales del aula, los y las participantes cambiaron la dinámica de poder existente⁸⁶ y, de este modo, pudieron desafiar los roles y límites institucionales preestablecidos. Al iniciar el ejercicio, la investigadora se implicó en este cambio y, al actuar como facilitadora, formó parte del ejercicio.

El proceso del proyecto de pedagogías críticas apoyó la relación entre el profesor y el alumnado y, aunque en buena parte operó dentro del marco institucional, permitió que se desarrollara una relación de confianza que facilitó las interacciones del taller de teatro. Aunque los cambios en los términos de compromiso a lo largo del taller de teatro fueron temporales, acentuaron los diversos cambios en las dinámicas de poder a lo largo del proyecto de ciencias críticas, y simbolizaron una crítica, o la disposición a comprometerse, y jugar con las estructuras institucionales y la cultura neoliberal de las performatividades.

⁸² Pratt y Johnston, «Turning theatre into law, and other spaces of politics», 92–113.

⁸³ Gallagher, «The art of methodology: A collaborative science», 69.

⁸⁴ Chris Johnston, *House of games: Making theatre from everyday life* (Londres: Routledge, 1998).

⁸⁵ Thomson, «Working the in/visible geographies of school exclusion», 121–140.

⁸⁶ Youdell y Armstrong, «A politics beyond subjects: The affective choreographies and smooth spaces of schooling», 144.

Conclusión

En conclusión, explorar cómo las pedagogías críticas aplicadas dentro de la educación científica cambian el proceso de producción de conocimiento y la agencia de las y los estudiantes dentro de él como aprendices, así como actores críticos, y la implicación que esto tiene para el tema de la ciencia dentro del sistema educativo neoliberal, aportó las siguientes reflexiones:

A lo largo del proyecto de ciencias críticas, el alumnado tenía ganas de aprender para cambiar el mundo que les rodea, en línea con el planteamiento de Freire sobre las pedagogías críticas⁸⁷. El aprendizaje se organizó según líneas de amistad e interés, y esto produjo un cambio en el ambiente de aprendizaje y desafió la jerarquía entre alumnos y profesor, así como entre el alumnado y la cultura institucional. Los y las estudiantes pudieron identificarse a través de su proyecto de grupo, en lugar de hacerlo a través de su capacidad para obtener algunas notas, se comprometieron con el aprendizaje como expertos de su propia investigación, y esto implicó un cambio en sus relaciones con los compañeros y el profesorado asistentes a la presentación final de carteles, así como con su profesor de la materia, a quien pudieron presentar nuevas ideas. El trabajo llevó al alumnado a aspirar a ampliar el espacio de aprendizaje y a querer aprovechar los conocimientos de sus propias comunidades, sin embargo, esta aspiración no estaba en consonancia con la cultura institucional de los exámenes. El alumnado obtuvo que se valorizara su trabajo aplicando su aprendizaje y compartiéndolo con los demás. El diseño del proyecto hizo que los y las estudiantes pudieran comprometerse con el aprendizaje desde una posicionalidad situada. Esto contrasta directamente con el currículum nacional del “sin lugar”⁸⁸ y sus exámenes. Sin embargo, el reconocimiento por parte de la institución seguía siendo relevante para algunos de los y las estudiantes. El proyecto consideraba que la organización del espacio de aprendizaje con el alumnado, y no para el alumnado, era una práctica inclusiva, pero el hecho de operar dentro de las estructuras institucionales establecidas significaba que no se podía controlar la organización institucional de los horarios del alumnado.

En resumen, la aplicación de las pedagogías críticas en la escuela neoliberal, por un lado, fue valiosa dentro de los parámetros de las pedagogías críticas; por otro lado, el trabajo estaba enmarcado por la institución neoliberal, que fue difícil de superar. Al mismo tiempo, los mismos alumnos estaban enmarcados en la taxonomía de las instituciones neoliberales y, en parte, entendían su éxito a través de ella. En otros aspectos, los y las estudiantes se comprometieron con el aprendizaje más allá del marco binario opresor-oprimido, según las pedagogías críticas, y se comprometieron a través de subjetividades que cuestionaban los roles fijos. En general, el trabajo permitió cambiar ciertas dinámicas de poder entre profesores, estudiantes e instituciones, así como en el aprendizaje, incluidas las propias dinámicas de poder establecidas por el propio marco pedagógico crítico. El taller de teatro puso de manifiesto el cambio en la dinámica de poder entre el profesor y el alumnado a lo largo del proyecto, y mostró las oportunidades de nuevos cambios en la formación de subjetividades más allá del discurso institucional.

En un momento en el que el sector privado subvencionado por el gobierno influye cada vez más en los campos de la ciencia y la tecnología, es más importante que nunca que las SE ofrezcan a los y las jóvenes la oportunidad de evaluar de forma crítica estos campos y sus relaciones con sociedades y entornos, así como animarlos a tomar iniciativas para hacer frente a posibles daños^{89, 90}. La experiencia y los resultados del proyecto demuestran que una de las formas en que esto podría ser posible es mediante la enseñanza de un currículum de ciencias informado por los SSI y orientado hacia proyectos de investigación y acción dirigido por el estudiantado. Al reclamar la necesidad de un cambio de paradigma en la educación en el contexto de la marginación y la exclusión de los y las jóvenes del entorno urbano, la activista y filósofa Grace-Lee Boggs⁹¹ propuso una educación basada en el lugar, en la que el estudiantado utilice el tiempo que están en la escuela para comprometerse con importantes cuestiones de justicia social y, a través de su aprendizaje, contribuir a su cambio. De este modo, los y las jóvenes se convierten en miembros activos y valorados por sus comunidades, en lugar de ser vistos como problemáticos o con problemas. El nivel de compromiso e interés que mostraron

⁸⁷ *Ibíd.*

⁸⁸ David A. Gruenewald, «The best of both worlds: A critical pedagogy of place», *Educational Researcher* 32, n.º 4 (2003): 3–12.

⁸⁹ Bencze y Krstovic, «Science Students' Ethical Technology Designs as Solutions to Socio-scientific Problems», 201-226.

⁹⁰ Levinson, «Science education and democratic participation: An uneasy congruence? », 69–119.

⁹¹ Grace Lee Boggs, *The next American revolution* (California: University of California Press, 2012)

las y los estudiantes en el proyecto de ciencias críticas se hacía eco de algunas de estas ideas. La resistencia de la institución neoliberal a los elementos más estructurales de los proyectos (como la valorización del conocimiento y los horarios) muestra que desafía el paradigma neoliberal de la educación. Aunque los cambios en las dinámicas de poder fueron momentáneos, facilitaron a estudiantes y profesores la experiencia de “reimaginar todo”⁹².

Observaciones

Para proteger el anonimato de los y las participantes, todos los nombres utilizados en este artículo son seudónimos.

Referencias Bibliográficas

Fuentes impresas

- Nelly Alfandari, «Changing the Terms of Engagement-Reflecting on the Use of Image Theatre in Research with Secondary School Students», en *Educational Research:(Re) Connecting Communities. Proceedings of ECER 2020*, ed. por Judit Onsès-Segarra y Fernando Hernández-Hernández, NW 29, Research on Arts Education, Barcelona: University of Barcelona - Dipòsit Digital, 2021.
- Patrick Ashby, Felicia M. Mensah, «Critical Chemistry Education in a Private, Suburban High School», *Research in Science Education* 50, n.º 1 (2020): 303–332.
- Stephen Ball, «Show me the money! Neoliberalism at work in education», *FORUM: For Promoting 3–19 Comprehensive Education*, n.º 54 (2012): 23–28.
- Stephen Ball, «Neoliberal education? Confronting the slouching beast», *Policy Futures in Education* 14, n.º 8 (2016): 1046–1059.
- Randy Bell, “Perusing Pandora's Box: Exploring The What, When, And How Of Nature Of Science Instruction”, Flick B and Lederman G (eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Science & Technology Education Library, vol 25. Springer, Dordrecht 2006, 427-446.
- Larry Bencze, «Correlational studies in school science: Breaking the science–experiment–certainty connection», *School Science Review* 78, n.º 282 (1996): 95–101.
- Larry Bencze (Ed.), *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments* (Londres: Springer International Publishing, 2017), 201-226.
- Larry Bencze, Lyn Carter, «Globalizing students acting for the common good», *Journal of Research in Science Teaching* 48, n.º 6 (2011): 648–669.
- Larry Bencze, Erin Sperling y Lyn Carter, «Students’ Research-Informed Socio-scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future», *Research in Science Education* 42, n.º 1 (2012): 129–148.
- Larry Bencze y Mirjan Krstovic, «Science Students’ Ethical Technology Designs as Solutions to Socio-scientific Problems», Larry Bencze (Ed.), *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments* (Londres: Springer International Publishing, 2017), 201-226.
- Landon Beyer, Michael Apple, *The Curriculum: Problems, politics, and possibilities*. New York: State University of New York Press, 1988.
- Geert Biesta y Timothy Leary, “Have lifelong learning and emancipation still something to say to each other?”, *Studies in the Education of Adults* 44, n.º 1 (2012): 16.
- Augusto Boal, *Theatre of the Oppressed*, 15.ª ed. New York: Theatre Communications, 1985.
- Augusto Boal, *Rainbow of desire*. London: Routledge, 1995.
- Larry M. Bogad, «ACTIVISM Tactical carnival: social movements, demonstrations, and dialogical performance», en *A Boal companion: Dialogues on Theatre and Cultural Politics*. Editado por J. Cohen Cruz and M. Schutzman. Londres y New York: Routledge, 2006.
- Grace Lee Boggs, *The next American revolution*. California: University of California Press, 2012.
- Elizabeth Ellsworth, «Why doesn’t this feel empowering? Working through the repressive myths of critical pedagogy», *Harvard Educational Review* 59, n.º 3 (1989): 297–325.

⁹² Boggs, *The next American revolution*.

- Ola Erstad, Raquel Miño, Pablo Rivera-Vargas, «Prácticas educativas para transformar y conectar escuelas y comunidades». *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación* 29, n.º 66 (2021): 9-20.
- Paulo Freire, *Pedagogía del Oprimido* (Montevideo: Tierra Nueva, 2007), 99.
- Monique Frize, Peter R. D. Frize, Nadine Faulkner, *The bold and the brave: A history of women in science and engineering*. Canada: University of Ottawa Press, 2009.
- Kathleen Gallagher, «The art of methodology: A collaborative science», in: *The methodological dilemma*. Londres: Routledge, 2008.
- Andrew Gilbert, *Courageous pedagogy: Enacting critical science education*. Information Age Publishing Inc, 2013.
- Henry Giroux, «Beyond pedagogies of repression», *Monthly Review*, 67 (10), 2016, 57-71.
- Berni Graham, Clarissa White, Amy Edwards, Sylvia Potter, and Cathy Street, *School exclusion: a literature review on the continued disproportionate exclusion of certain children*. England: Department for Education, 2019.
- David A. Gruenewald, «The best of both worlds: A critical pedagogy of place», *Educational Researcher* 32, n.º 4 (2003): 3–12.
- Derek Hodson, «Time for action: science education for an alternative future», *International Journal of Science Education* 25, n.º 6 (2003): 645–670.
- Darren Hoeg, Nathalie Lemelin, Larry Bencze, «Sociopolitical development of private school children mobilising for disadvantaged others», *Cultural Studies of Science Education* 10, n.º 4 (2015): 1155–1174.
- bell hooks, *Teaching to transgress. Education as a freedom of practice*. New York: NY Routledge, 1994.
- Chris Johnston, *House of games: Making theatre from everyday life*. Londres: Routledge, 1998.
- Baz Kershaw, *The politics of performance: Radical theatre as cultural intervention*. Routledge, 2002.
- Mirjan Krstovic, «Learning About Youth Engagement in Research-Informed and Negotiated Actions on Socio-scientific Issues», en *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments*, ed. por Larry Bencze (Luxemburgo: Springer International Publishing, 2017): 93–114.
- Bruno Latour, *Reassembling the social: An introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press, 2007.
- Ralph Levinson, «Science education and democratic participation: An uneasy congruence? », *Studies in Science Education* 46, n.º 1 (2010): 69–119.
- Naomi Oreskes, Erik Conway, *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*. Bloomsbury Press, 2010.
- Erminia Pedretti, Joanne Nazir, «Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on», *Science Education* 95, n.º 4 (2011).
- Clayton Pierce, *Education in the Age of Biocapitalism*. Palgrave Macmillan US, 2013.
- Geraldine Pratt, Caleb Johnston, «Turning theatre into law, and other spaces of politics», *Cultural Geographies* 14, n.º 1 (2007): 92–113.
- Edna Tan, Angela Calabrese, Maura Varley Gutierrez, Erin Turner, *Empowering science and mathematics education in urban schools*. Chicago: The University of Chicago Press, 2012.
- Pat Thomson, «Working the in/visible geographies of school exclusion», in: *Spatial theories of education*, (Londres: Routledge, 2007), 121–140.
- Pat Thomson, Christine Hall, Ken Jones, «Maggie's day: a small-scale analysis of English education policy», *Journal of Education Policy* 25, n.º 5 (2010).
- Pat Thomson, Julian Sefton-Green, «A conversation with Kathleen Gallagher», in: *Researching Creative Learning*, Routledge, (2010).
- Dimitris Tsoubaris, Larry Bencze, Sheila Curtis, Majd Zouda, «Practical suggestions for promoting science student actions to overcome social and environmental harms», *School Science Review* 102, n.º 379 (2020): 64–70.
- Alonso Yanez, Kurt Thumlert, Suzanne de Castell, Jennifer Jenson, «Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education», *Futures*, n.º 108 (2019): 27–36.
- Deborah Youdell, *Impossible bodies, impossible selves: Exclusions and student subjectivities*. 3. ed. Luxemburgo: Springer Science & Business Media, 2016.
- Deborah Youdell, Felicity Armstrong, «A politics beyond subjects: The affective choreographies and smooth spaces of schooling», *Emotion, Space and Society* 4, n.º 3 (2011):144.
- Dana L. Zeidler, Bryan H. Nichols, «Socioscientific issues: Theory and practice», *Journal of Elementary Science Education* 21, n.º 2 (2009): 49–58.

Fuentes electrónicas o digitalizadas

- DfE, «Educational excellence everywhere» 2016, en la web oficial del gobierno de Reino Unido, acceso el 23 de julio de 2021: <https://www.gov.uk/government/publications/educational-excellence-everywhere> .
- DfE «Permanent and fixed-period exclusions in England: 2018 to 2019», en la web oficial del gobierno de Reino Unido, acceso el 23 de julio de 2021, <https://www.gov.uk/government/statistics/permanent-and-fixed-period-exclusions-in-england-2018-to-2019> . DfE, «Plan your relationships, sex and health curriculum» 2020, en la web oficial del gobierno de Reino Unido, acceso el 23 de julio de 2021: <https://www.gov.uk/guidance/plan-your-relationships-sex-and-health-curriculum>.

Figuras:

Figura 2: "*Imagen del lugar donde te sientes más poderoso*" Material de investigación, Alfandari 2021.