

Alfabetización científica y brecha social. Diferencias entre centros singulares y centros convencionales y proyectos de mejora a través del aprendizaje-servicio

Inés Mondría Grau

inesmg.img@gmail.com

[0009-0005-6895-9298](tel:0009-0005-6895-9298)

Universitat de València, España

Carlos Bernardo Gómez Ferragud

cargofer81@gmail.com

[0000-0002-6742-644X](tel:0000-0002-6742-644X)

Universitat de València, España

Resumen

El presente trabajo pretende analizar las posibles diferencias en los niveles de alfabetización científica entre centros educativos convencionales y centros singulares, donde gran parte de su población está en riesgo de exclusión social. Se llevo a cabo una investigación en una muestra de estudiantes de 5º curso de Educación Primaria de tres centros de la provincia de Valencia (España): un centro de carácter singular con un porcentaje relevante de alumnado con necesidades de compensación educativa, un centro público ordinario y un centro concertado. Los resultados mostraron niveles de alfabetización científica significativamente inferiores en el alumnado del centro singular en comparación con los otros centros. Se concluye la necesidad urgente de incluir prácticas educativas de éxito, como los proyectos de aprendizaje-servicio en los centros singulares, para abordar la brecha en los niveles de alfabetización científica, como proponen la mayoría de las políticas educativas nacionales e internacionales.

Palabras clave: aprendizaje-servicio, alfabetización científica, equidad educativa, educación primaria.

Recibido: 15/VII/2024

Aceptado: 17/XI/2024

Publicado: 29/XII/2024

© 2024 El autor. Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons, la cual permite utilizar, distribuir y reproducir por cualquier medio sin restricciones siempre que se cite adecuadamente la obra original. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Mondría, I. y Gómez, C. (2024). Alfabetización científica y brecha social. Diferencias entre centros singulares y centros convencionales y proyectos de mejora a través del aprendizaje-servicio.

RIDAS, Revista Iberoamericana de Aprendizaje-Servicio, 18, 160-181.

DOI10.1344/RIDAS2024.18.11

Alfabetització científica i bretxa social. Diferències entre centres singulars i centres convencionals i projectes de millora a través de l'aprenentatge servei

Resum

Aquest treball pretén analitzar les diferències possibles en els nivells d'alfabetització científica entre centres educatius convencionals i centres singulars, on gran part de la seva població està en risc d'exclusió social. Es va fer una investigació en una mostra d'estudiants de 5è curs d'Educació Primària de tres centres de la província de València (Espanya): un centre de caràcter singular amb un percentatge rellevant d'alumnat amb necessitats de compensació educativa, un centre públic ordinari i un centre concertat. Els resultats van mostrar nivells d'alfabetització científica significativament inferiors a l'alumnat del centre singular en comparació dels altres centres. Es conclou la necessitat urgent d'incloure pràctiques educatives d'èxit, com els projectes d'aprenentatge servei, als centres singulars, per abordar la bretxa als nivells d'alfabetització científica, com proposen la majoria de polítiques educatives nacionals i internacionals.

Paraules clau: aprenentatge servei, alfabetització científica, equitat educativa, educació primària.

Scientific Literacy and the Social Divide. Differences between Singular and Conventional Schools and Improvement Projects through Service Learning

Resumen

The aim of this study is to analyse possible differences in scientific literacy levels between conventional and specialised schools, where a large part of the population is at risk of social exclusion. The research was carried out with a sample of 5th-grade students from three schools in the province of Valencia (Spain): a specialised school with a significant percentage of students with educational needs, a regular public school and a private school. The results show a significantly lower level of scientific literacy among students in the special schools compared to the other schools. It is concluded that there is an urgent need to incorporate successful educational practices, such as service-learning projects, in special schools in order to close the gap in scientific literacy levels, as suggested by most national and international educational policies.

Palabras clave: service-learning, scientific literacy, educational equity, singular schools, primary education

1. Introducción

La alfabetización científica es un término que se refiere a la necesidad de educar en ciencias, de modo que todos los ciudadanos adquieran al menos las competencias científicas básicas para poder desenvolverse socialmente en condiciones de igualdad. A su vez, el término equidad en el ámbito educativo hace referencia al derecho de recibir una educación y adquirir una serie de valores y competencias, en el mismo nivel, independientemente del género, la raza o la clase social a la que se pertenezca (Sánchez-Santamaría y Manzanares-Moya, 2014). Existen estudios que ponen de manifiesto que esta equidad educativa, en el caso de las ciencias experimentales, difícilmente se vislumbra ni el panorama internacional ni en el nacional. Para el caso concreto de España, algunos datos muestran que las diferencias socioeconómicas explican más del 10% de la variación del rendimiento escolar en ciencias (OCDE, 2019). Este valor pone de manifiesto la necesidad de implantar medidas de compensación educativa para lograr la reducción de esta brecha.

El objetivo principal de este trabajo es analizar las posibles diferencias entre el nivel de conocimientos generales en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza del alumnado de 5º de Educación Primaria de un centro singular, de un centro público convencional y de un colegio concertado. Esta investigación es relevante en el campo de la educación porque, además de indagar sobre el rendimiento en ciencias de los estudiantes más desfavorecidos, alerta sobre la necesidad de otorgar ayudas a los centros singulares con el objetivo de suplir las carencias del alumnado con necesidad de compensación de desigualdades. Ayudas no solo económicas sino también de recursos, como equipos capaces de ayudar a equiparar los niveles de alfabetización tanto general como científica en particular. En concreto, la metodología de aprendizaje-servicio (ApS) ha demostrado ser muy efectiva en la reducción de la brecha académica en numerosas experiencias. Pero, aunque si aparecen muchos resultados alentadores en torno a la alfabetización científica en el ámbito internacional, en el ámbito nacional, y no digamos ya en el autonómico, son escasos los proyectos de ApS con esta finalidad. Por todo esto se concluye la necesidad de invertir más recursos en este tipo de estrategias.

El presente trabajo expone una investigación exploratoria en la que se analizan los conceptos de alfabetización científica y de escuela singular, se investiga la problemática de forma directa a través de un estudio cuantitativo a partir de instrumentos validados y se exponen algunos proyectos de ApS que se han llevado a cabo para mejorar los niveles de equidad educativa en los centros singulares.

Nuestras preguntas de investigación son las siguientes: ¿Cuál es el nivel en ciencias de los estudiantes de 5º de educación primaria en un centro singular? ¿Cuál es el nivel en ciencias de los estudiantes de 5º de educación primaria en un centro público y uno concertado? ¿Existen diferencias significativas en los niveles

de alfabetización científica entre los distintos tipos de centros analizados? ¿Pueden los proyectos de aprendizaje-servicio ayudar a reducir la brecha social en la alfabetización científica? ¿Qué experiencias recientes existen y cuáles son sus resultados?

Para dar respuesta a las preguntas de investigación e intentar alcanzar el objetivo general del trabajo, se proponen los siguientes objetivos específicos de investigación: (1) Medir el nivel de alfabetización científica de una muestra de estudiantes de 5º de primaria, pertenecientes a un centro singular de la Comunidad Valenciana, (2) Medir el nivel de alfabetización científica de una muestra de estudiantes de 5º de primaria, pertenecientes a un centro público y un centro concertado de la Comunidad Valenciana, (3) Comparar las posibles diferencias en los niveles de alfabetización científica, en función de la tipología de centro, y (4) Describir algunas experiencias exitosas en la aplicación de metodologías de aprendizaje-servicio, dirigidas a alfabetizar científicamente a las poblaciones más desfavorecidas.

1.1. Alfabetización científica y equidad educativa

Definición e implicaciones cívicas

La ciencia ocupa una posición excepcionalmente influyente en nuestra sociedad actual, es más, el desarrollo de los científicos se considera clave al progreso económico, técnico e intelectual de las naciones (Gorard y See, 2009). A nivel individual, el desarrollo del conocimiento científico no solo proporciona oportunidades laborales bien remuneradas, sino que también proporciona una base de conocimientos necesarios para poder seguir conversaciones con profesionales de la salud, educadores, líderes empresariales y comunitarios. Además, desmitifica importantes problemas ambientales como los estándares de calidad del aire y del agua, la densidad poblacional y las regulaciones sobre vertederos tóxicos y construcciones. La sociedad actual diferencia claramente a quienes poseen un nivel de alfabetización científica adecuado y a los que no (Gourlay, 1992).

El término alfabetización científica hace referencia al proceso de construcción del pensamiento racional, crítico y creativo en los aprendices en el campo de la ciencia (Morandín-Ahuerma et al., 2022). Actualmente, la comunidad educativa está de acuerdo en la necesidad de reforzar la alfabetización científica en la Educación Primaria (Morandín- Ahuerma et al., 2022; Smith et al., 2012) por muchas razones, entre ellas, principalmente las eco-sociales, es decir los problemas, económicos, ecológicos y sociales que enfrenta actualmente la humanidad. Otros autores (Chamizo y Pérez, 2017) defienden que el principal propósito de la alfabetización científica debe ser desarrollar las capacidades de los jóvenes para vivir vidas interesantes, satisfactorias, dignas y agradables en el mundo de la

tecnología de la información y añade que, con el rápido avance científico y tecnológico actual, la enseñanza de las ciencias requiere que los estudiantes no sólo adquieran conocimientos disciplinares, sino que también sean capaces de comprender cómo se han obtenido, experimentarlos y aplicarlos de acuerdo con su contexto de vida. Esta misma idea fue expuesta por primera vez por Benjamin Shen en 1975 (citado en Miller, 1985) quien propuso la división de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología en tres dimensiones: la alfabetización científica cultural, es decir, el conjunto de conceptos, hechos y explicaciones que los científicos han venido construyendo a lo largo de los años; la alfabetización científica práctica que hace referencia a la comprensión de los procedimientos científicos y la alfabetización científica cívica, entendida como “el nivel de comprensión de los términos y conceptos científicos suficiente para leer un periódico o una revista diaria y entender la esencia de los argumentos que compiten en una determinada disputa o controversia” (Shen, citado en Miller, 1985, 204).

Otra razón por la cual una alfabetización científica colectiva es necesaria es que favorece la inmersión en la cultura científica y tecnológica y contribuye a iniciar la preparación de los futuros científicos (Gil y Vilches, 2001; Olmedo, 2011). Especialmente en la escuela primaria, la inclusión de contenidos de ciencias es imprescindible ya que es la mejor etapa para enseñar a mirar al mundo con ojos científicos porque el alumnado tiene la curiosidad fresca y el asombro y el deseo de explorar bien abiertos. Por último, también concebimos los sentidos fundamental y derivado de la alfabetización científica, tal como los describen Norris y Phillips (2003). El sentido fundamental se refiere a la capacidad de una persona para leer y/o escribir textos científicos, tablas y gráficos. El sentido derivado se refiere a la educación en ciencia de una persona y su capacidad para aplicar conocimientos científicos.

En resumen, muchos profesores de ciencias en todo el mundo apoyan la idea de que todos los estudiantes deberían tener oportunidades justas e iguales, y para ello se requiere de una educación en ciencias auténtica y basada en problemas reales. En términos de equidad educativa, aquellas personas que no alcancen ciertos niveles de alfabetización científica siempre se van a encontrar en una situación de desventaja frente al resto de la sociedad, en muchos ámbitos. Por ejemplo, al acudir al médico y no tener accesibilidad al lenguaje que este utiliza, al leer un gráfico sobre economía en el periódico, al interpretar la factura de la luz, o al intentar acceder a ciertos puestos de trabajo, donde hoy más que nunca, son necesarias las herramientas que proporciona la educación científica (nuevas tecnologías, programación, robótica, técnicas de análisis de datos, etc.), pero más allá del consenso general en torno al ideal de la ciencia para todos, los programas de formación de profesores de ciencias han tenido poco o ningún impacto en las filosofías de enseñanza y aprendizaje de los futuros profesores,

especialmente en lo que respecta a atender a poblaciones desatendidas en la ciencia (Barton, 2000).

Alfabetización científica y brecha social

En 1983, el investigador Jon D. Miller realizó una prueba sobre conocimientos científicos a 1635 estadounidenses para medir su nivel de alfabetización científica. Concluyó que el nivel de alfabetización científica de la población de Estados Unidos en esa época era extraordinariamente bajo, solamente un 7% de los participantes calificaron con un nivel suficiente. Años más tarde, el mismo autor (Miller, 1998) realizó otro estudio en el mismo campo de investigación, pero incluyendo a la población Europea y concluyó ciertos avances, en este caso el 25% de los europeos y estadounidenses alcanzaron el mínimo para considerarse alfabetizados en ciencias. En España, Romero (2014) utilizó la misma prueba y tomó datos en 2006 y en 2014. El estudio concluyó que los españoles encuestados pasaron, en dicho periodo, de un 58,5% de aciertos a un 70,4%. Se observó una mejora en el nivel de alfabetización científica generalizada en todos los segmentos de la población y se redujo la brecha entre algunos grupos, por ejemplo, las diferencias por edad. Sin embargo, esta reducción de las diferencias fue casi inexistente en el caso de la clase social. Por otra parte, y partiendo de los resultados de España en el proyecto PISA, en 2018 la prueba se centró especialmente en la asignatura de ciencias y los estudiantes españoles obtuvieron en esta disciplina una puntuación cercana a la media de la OCDE. Lo más importante fue que se observó que el nivel socioeconómico de los estudiantes explicaba más del 10% de la variación del rendimiento en ciencias. Así pues, los resultados del proyecto PISA también sugieren que sigue existiendo una brecha relevante en torno a la clase social que no se está reduciendo, a pesar de las medidas compensatorias de los organismos institucionales.

Sin duda, la enseñanza y el aprendizaje de ciencias presentan numerosos desafíos incluso en las mejores circunstancias. Estos desafíos se multiplican y se intensifican en las escuelas en zonas desfavorecidas que enfrentan problemas como la falta de financiación, la escasez de maestros, la carencia de recursos y una alta proporción de estudiantes que viven en condiciones de pobreza (Tobin, Seiler y Walls, 1999). Por estas razones, diferentes reformas desde finales de los años 80 hasta hoy han perseguido el objetivo de que todos los niños y niñas, independientemente de su edad, sexo, origen cultural o étnico, discapacidades, aspiraciones o intereses puedan acceder a la ciencia escolar (NRC, 1996). Además, ya hace tiempo que se demostró que las personas que no tienen acceso a la ciencia escolar tienen opiniones negativas hacia la ciencia, baja autoestima ante el aprendizaje de conceptos científicos y, por ende, muy bajo acceso a las profesiones relacionadas con la ciencia (Atwater, Wiggins y Gardner, 1995), lo que conlleva un claro impacto económico y cultural sobre estas poblaciones.

La investigación sobre educación científica, sobre cómo se enseña y aprende ciencia, pero, sobre todo, las implicaciones de ser alfabetizado, o no, científicamente, ha dado lugar a muchos cambios importantes relacionados con el currículo, la evaluación y la formación docente, pero a pesar de estos avances, la transferencia de este conocimiento a los sistemas escolares en zonas desfavorecidas ha sido y sigue siendo muy lento. Para intentar paliar estas cuestiones, algunos autores han señalado la necesidad de que los docentes de ciencias comprendan la relación entre las cuestiones culturales y socioeconómicas y la educación científica de los estudiantes de los barrios con niveles culturales y socioeconómicos bajos (Barton y Yang, 2000; Tate, 2001). En un estudio de caso, Barton y Yang (2000), a partir del seguimiento de una persona en riesgo de exclusión social en los Estados Unidos, determinaron que la posibilidad de estudiar una titulación relacionada con las ciencias es muy reducida en poblaciones socioeconómicas desfavorecidas, debido a que en estos contextos se considera a los científicos seres especiales, como genios, y que la profesión científica es solo para unos pocos elegidos. Los autores llevaron a cabo un programa de refuerzo de ciencia escolar para personas en riesgo de exclusión social obteniendo resultados muy alentadores tanto en la mejora de la alfabetización científica de los participantes como en la toma de conciencia sobre la importancia de la igualdad en las condiciones educativas, independientemente de la cultura, la raza, el género o el nivel social. Por último, Tate (2001) ya discutió cómo el discurso de los derechos relacionados con la educación está cambiando de argumentos en las escuelas hasta el punto de exigir una preparación académica de alta calidad para todos, que incluya la oportunidad de aprender ciencias. Este cambio de discurso debe invitar abiertamente a la comunidad de educadores científicos para involucrarse en cuestiones de justicia social y aprovechar la oportunidad de enseñar ciencia como una construcción de derechos civiles.

Principales factores de la brecha: género, raza y clase social

Como venimos explicando, existen muchas críticas recientes al objetivo de ciencia para todos, sobre todo, por lo que respecta a los estudiantes de minorías (Tan y Barton, 2010). Diversos investigadores señalan que, en muchas ocasiones, la ciencia escolar está caracterizada por valores típicos de clase media que evitan las experiencias de otras culturas o imágenes en la ciencia. Esto se ha encontrado en estudios tanto de género y de raza, como de clase social (Gorad y See, 2009; Sailer y Walls, 1999). Además, los estudiantes de etnias minoritarias pertenecientes a los estratos socioeconómicos bajos y las mujeres están claramente subrepresentados en la mayoría de los campos STEM (Kessel and Nelson, 2011; Rainey et al., 2018).

En cuanto al género, son muchos los estudios que señalan claras diferencias entre hombres y mujeres, tanto en los niveles de alfabetización científica general, como en el acceso a profesiones relacionadas con la ciencia (Eaton, Saunders, Jacobson

y West, 2020), pero, si además se estudia la intersección con la raza la distancia es muy superior (Else-Quest, Mineo y Higgins, 2013). Muchos estudios han señalado las dificultades de los grupos raciales minoritarios y otros han investigado como intentar paliar esta situación. Por ejemplo, Bolshakova, Johnson y Czerniak (2011) llevaron a cabo un estudio con estudiantes hispanos residentes en Estados Unidos, con un rendimiento muy por debajo del nivel de su grado en ciencias de la escuela secundaria. Los autores demostraron que la efectividad del maestro de ciencias se asociaba directamente con la mejora del rendimiento en ciencias y el aumento en el acceso a las carreras relacionadas con las ciencias.

En cuanto a la clase social, Gorad y See (2009) en un amplio estudio de revisión bibliográfica sobre el impacto del estatus socioeconómico sobre la participación y el rendimiento en ciencias escolares encontraron que estos están claramente estratificados por el estatus socioeconómico. Los estudiantes de familias más pobres tienen menos probabilidades de acceder a una educación en ciencias después de los 16 años, y aquellos que lo hacen tienen menos probabilidades de obtener calificaciones lo suficientemente altas como para fomentar un estudio profesional científico. Por otra parte, también se ha encontrado información relativa a las dificultades de cambio en algunos contextos. Tobin, Sailer and Walls (1999), en un estudio que pretendía examinar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en una escuela caracterizada por estudiantes en condiciones de relativa pobreza, involucraron a un equipo de investigación que incluía a maestros y a algunos estudiantes de la escuela. A pesar del esfuerzo de los maestros por implementar un currículo transformador, los estudiantes resistieron la mayoría de sus esfuerzos para mejorar su aprendizaje. El estudio destacó las dificultades de involucrar a los estudiantes cuando carecen de motivación para aprender y asisten de manera esporádica. En una era de estándares orientados a las ciencias, en la que se espera que todos los estudiantes logren un alto nivel, es esencial que la investigación identifique formas de adaptar el currículo de ciencias a las necesidades e intereses de los estudiantes, en cualquier contexto educativo, por complejo que sea.

1.2. Centros singulares

Régimen de los centros singulares en el ámbito del estudio

La Orden de 20/2019, del 30 de abril de la Consejería de Educación, Investigación, Cultura y Deporte, por la que se regula la organización de la respuesta educativa para la inclusión del alumnado en los centros docentes sostenidos con fondos públicos del sistema educativo valenciano, establece una clasificación según el tipo de centro. En ella se determina que las escuelas que tienen un porcentaje superior al 25% de alumnado con necesidades de compensación de desigualdades pasan a denominarse centros docentes públicos singulares.

En el artículo 52 de esta misma orden, titulado Situaciones de Compensación de Desigualdades, se define al alumnado con necesidades de compensación de desigualdades como aquel que presenta dificultades en el acceso, la permanencia o el progreso en el sistema educativo por motivos sociales, económicos, culturales, geográficos, étnicos o de otra índole, y tiene una mayor probabilidad de no lograr los objetivos de la educación obligatoria y, por lo tanto, de no obtener una titulación y cualificación profesional mínima que facilite su integración sociolaboral. Además, en la adicional séptima, se indica que es competencia de la administración autonómica proveer los medios personales, materiales, económicos y organizativos para dar respuesta a las necesidades de los centros, que por sus características tienen un carácter singular. Por otro lado, los aspectos prácticos concretos que afectan a los centros singulares vienen siendo regulados por instrumentos normativos como las Instrucciones de la Secretaría Autonómica de Educación y Formación Profesional. De esta forma, la instrucción correspondiente al curso 2021-2022 (Instrucción de la Secretaría Autonómica del 16 de diciembre de 2020) establece que, en los centros docentes que tiene carácter singular, el número máximo de alumnos por unidad será de veinte. También dictamina que estos centros tendrán carácter preferente en la asignación de personal docente que se realice por parte de la Conselleria para el curso 2021-2022. Por último, esta instrucción determina que los centros singulares con más del 25% o del 50% de alumnado con necesidad de compensación de desigualdad contarán con puestos de trabajo de educación compensatoria (Tabla 1).

Tabla 1. Puestos de trabajo de educación compensatoria adicionales en los centros singulares. Fuente: Instrucciones de la Secretaría Autonómica de Educación y Formación Profesional (2020, 13).

Número de unidades Educación Primaria	Puestos de trabajo de educación compensatoria en todos los centros con más del 25% de compensación de desigualdades	Puestos de trabajo adicionales en los centros situados en zonas socialmente desfavorecidas con más del 50% de compensación de desigualdades
3 a 6	1	-
7 a 9	1	1
10 a 12	2	1
Más de 12	3	1

Los instrumentos normativos de la administración autonómica mencionados son plenamente compatibles con los objetivos de la Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE), Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre de 2020, por la que se rige el Sistema Educativo español actual, que entró en vigor en enero de 2021. Expresamente, uno de los objetivos principales incluidos en la LOMLOE es promocionar una educación de calidad a toda la ciudadanía basada en la combinación de los principios de calidad y equidad. La equidad educativa implica una atención a la diversidad y a minimizar las diferencias de cualquier índole

asegurando la igualdad de oportunidades (Llach, 2006). En la LOMLOE estos objetivos se traducen en aumentar las posibilidades educativas y formativas de toda la población, mejorar los resultados educativos del alumnado y garantizar una educación de calidad.

Para alcanzar los objetivos de calidad y equidad, es necesaria la colaboración de todos los componentes de la comunidad educativa: los alumnos, las familias, el profesorado y las administraciones educativas. Los centros públicos de carácter singular responden a la obligación de la Administración por velar por la equidad en la educación y por adoptar medidas, como la reducción de la ratio o la incorporación de personal docente adicional, para compensar las desigualdades en el alumnado muchas veces generadas por condiciones económicas o sociales desfavorecidas en sus familias.

Algunos estudios sobre centros singulares en la Comunidad Valenciana

Los centros de carácter singular, normalmente ubicados en zonas suburbanas y barrios marginales, se establecen, como hemos visto, con el objetivo de compensar las desigualdades de grupos de alumnos muy heterogéneos (Linares, Burguete y Moliner, 2010) mediante una dotación extra de recursos. En los últimos años, se han realizado diversos estudios que sistematizan y reflexionan sobre las prácticas del profesorado hacia la inclusión del alumnado con necesidades de compensación educativa y sus familias en el centro escolar y en su barrio (Panchón, 2019). En la localización del estudio, la Comunidad Valenciana, se han llevado a cabo diversos proyectos (García y Martínez, 2013; Grau y García, 2017; Linares et al., 2010) orientados a prevenir y compensar las desigualdades educativas en centros de carácter singular.

Por una parte, estos proyectos han puesto de relieve importantes limitaciones prácticas como el abandono del programa por no aceptar el sobreesfuerzo requerido, la falta de motivación o la incompatibilidad con actividades inesperadas; la escasa valoración de la escuela por parte de las familias o la falta de participación en la comunidad educativa (García y Martínez, 2013) y el elevado grado de provisionalidad de los docentes del centro singular (Linares et al., 2010).

Por otra parte, se han reseñado resultados indudablemente positivos. Así, en el barrio de El Cabañal, García y Martínez (2013) evidenciaron que muchos de los niños consiguieron ser capaces de aprender las instrumentales básicas y de modificar sus actitudes hacia los demás, estableciendo relaciones sociales más respetuosas con su entorno con la ayuda del programa compensatorio establecido. Gracias a otro proyecto en la ciudad de Valencia en el que se aplicaron una serie de estrategias educativas en un centro de carácter singular (Grau y García, 2017) se consiguió disminuir los índices de violencia escolar, mejorar notablemente el clima de convivencia e implicar a las familias en el proceso educativo. A pesar de

que se ha constatado la escasez de estudios sobre la materia, todos los resultados disponibles invitan a continuar profundizando en el papel de los centros singulares en la reducción de las inequidades educativa.

1.4. Aprendizaje-servicio: Experiencias dirigidas a la mejora de la alfabetización científica en centros singulares

El aprendizaje-servicio se define como una propuesta educativa que integra procesos de aprendizaje y servicio a la comunidad en un proyecto de enseñanza-aprendizaje único y bien articulado. En este proyecto, los participantes se forman al involucrarse en necesidades reales del entorno con el propósito de mejorarlo (Puig, Batlle, Bosch y Palos, 2007). En la actualidad hay muchos programas educativos experienciales basados en la comunidad. Estos programas pueden diferenciarse según su objetivo principal y el grupo que más se beneficia de la interacción, es decir, si se pone mayor énfasis en el servicio comunitario o en el aprendizaje de los estudiantes.

Muchos de los trabajos de aprendizaje-servicio en el área de las ciencias experimentales están enfocados en comprobar el desarrollo competencial de los sujetos que desarrollan el proyecto, la mayor parte de las veces estudiantes universitarios, y esto se ha llevado a cabo en cuestiones como sostenibilidad (Cebrián, et al., 2019), diversidad (Cone, 2009), o salud (Stewart y Wubbena, 2015), pero, si nos centramos en aquellos trabajos que han puesto el foco en aumentar los niveles de alfabetización científica en poblaciones desfavorecidas, también encontramos algunos estudios muy interesantes y que deben ser señalados. Por ejemplo, Gómez et al. (2019), en un proyecto de ApS de colaboración entre estudiantes del grado de Magisterio y algunas escuelas singulares de la provincia de Valencia, desarrollaron un programa de alfabetización científica, para mejorar las competencias científico-técnicas y de salud, en la población de etnia gitana. Los centros en los que se actuó carecían de laboratorio científico y no tenían accesibilidad a ningún espacio donde realizar experimentos de ciencias. Para paliar esta situación, varios grupos de estudiantes universitarios confeccionaron una serie de laboratorios portátiles y maletas de experimentos para todos los centros singulares participantes en el proyecto. Además, desarrollaron espacios como charlas y coloquios sobre temas de interés para la población diana, como conferencias sobre salud bucodental, programas de revisión ocular, o visitas de especialistas para abordar temas como el espacio y el sistema solar o la energía. Los resultados del proyecto evidenciaron claras mejoras tanto en la percepción de la ciencia por los participantes de los centros singulares, como en el aprendizaje competencial de los maestros. En términos similares, Nunn y Braud (2011) desarrollaron un proyecto de ApS donde un grupo de estudiantes de las facultades de Geología y Geografía desarrollaron materiales y lecciones de ciencias para estudiantes en riesgo de exclusión social, a través de un proyecto basado en un volcán. Sus resultados mostraron que los participantes progresaron desde un nivel

básico (recordar y comprender) hasta un nivel elevado (analizar, evaluar y crear) dentro de la jerarquía de la Taxonomía de Bloom. Además, adquirieron una valiosa experiencia en la elaboración, revisión y mejora de la comunicación escrita y oral. Según los comentarios de los maestros, los estudiantes ampliaron su conocimiento sobre volcanes, profundizaron su comprensión de la tectónica de placas y mejoraron las habilidades de discusión y debate.

En los últimos años el foco parece puesto en las materias STEM (Sciences-Technology-Engineering and Maths) y en como el desarrollo de esta competencia puede lograrse a través de experiencias de ApS. Hayford, Bolmstorm y DeBoer (2014) ya se preguntaron si el aprendizaje servicio podría mejorar los niveles de alfabetización en las materias STEM. Los autores, en una extensa revisión bibliográfica analizaron la relación entre el aprendizaje-servicio y el rendimiento académico en cursos de STEM. Sus resultados mostraron que el aprendizaje-servicio puede mejorar significativamente los niveles de alfabetización científica. Por su parte, Newman, Dantzlery y Coleman (2015) en un proyecto denominado Science in Action analizaron la relación entre la implementación de proyectos de aprendizaje-servicio en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de alta calidad y su efecto en el rendimiento, el compromiso académico de los estudiantes en ciencias, la responsabilidad cívica y la resiliencia frente a comportamientos de riesgo. Este innovador proyecto, financiado por la Corporation for National and Community Service, incluyó a más de 6.000 estudiantes en situación de riesgo, y 126 profesores de ciencias que integraron la pedagogía de aprendizaje-servicio basada en problemas STEM en la instrucción de ciencias para enseñar a los estudiantes a resolver problemas reales en las escuelas y comunidades. El proyecto se implementó en 20 escuelas, con la colaboración de 120 socios comunitarios. Los participantes fueron evaluados a través de cuestionarios antes y después de la participación en el proyecto. Los resultados destacaron algunos proyectos ejemplares de aprendizaje-servicio que demostraron un aumento significativo en el compromiso y el rendimiento académico en ciencias de los estudiantes que vivían en áreas de alta pobreza con comportamientos de riesgo potenciales.

2.Método

2.1. Muestra

Participaron en el estudio 66 estudiantes de tres centros ubicados en el mismo municipio. La población objeto de estudio estuvo constituida por alumnos de 5º curso de Educación Primaria de un centro público con carácter singular, un centro público ordinario y un centro concertado. En concreto, la muestra se distribuyó de la siguiente forma: 15 alumnos del centro singular, 26 del centro público ordinario y 25 del centro concertado. Es importante señalar que las muestras se formaron a partir del alumnado que acudió al centro ese día y que, pese a tratarse de una

muestra de conveniencia, ninguno de los participantes mostró ningún rasgo diferenciador del resto de la población de estudio.

2.2. Variables, materiales y medidas

Para la toma de datos se utilizó un cuestionario sobre conocimientos científicos básicos, elaborado y previamente validado para la población de estudio (Verdugo, Olmos, Soláz y San José, 2017). El cuestionario estuvo compuesto por 30 ítems que computaron un punto cada uno, por lo tanto, la nota que podía obtener el alumnado varió entre 0 y 30 puntos, y los distintos niveles se calcularon de la siguiente forma: 0-10 nivel muy bajo; 10-15 nivel bajo; 15-20 nivel medio; 20-25 nivel alto; 25-30 nivel muy alto. Las respuestas fueron corregidas a mano, incorporadas a una hoja de cálculo y clasificadas para su posterior análisis. La tabla 1 muestra algunas de las preguntas del cuestionario.

Tabla 1. Muestra de algunas preguntas del cuestionario

¿Cuántos días tarda la Luna en dar una vuelta completa alrededor de la Tierra? a) 21 días b) 28 días c) 365 días d) 7 días	¿Cuál de los siguientes métodos utilizarías para separar un sólido de un líquido en una mezcla heterogénea? a) Imantación b) Destilación c) Filtración d) Cristalización
¿Cuáles de los siguientes grupos de animales son invertebrados? a) Aves b) Peces c) Insectos d) Anfibios	¿Qué función biológica cumplen las flores en las plantas? a) La respiración b) La reproducción c) La nutrición d) La relación

Como se puede observar en la tabla 1, la demanda de las cuestiones fue básica y tan solo incluyó conceptos y procedimientos consensuados, objetivo de cualquier programa de alfabetización científica primaria.

2.3. Procedimiento

En primer lugar, se contactó con los jefes de estudio de los tres centros para pedirles la participación en el estudio y pedirles permiso para recoger datos de su alumnado. A continuación, se habló con el profesorado de quinto curso de cada escuela con el fin concretar un día para pasar el cuestionario. Por último, los alumnos realizaron el cuestionario. Uno de los investigadores supervisó la prueba in situ.

Una vez en las aulas, las premisas que se dieron al alumnado fueron que tenían que escribir solamente el nombre del centro en el que estudiaban, sin indicar ni su propio nombre ni sus apellidos, para preservar su anonimato; que solo podían utilizar bolígrafo y que tenían que contestar a todas las preguntas. No se determinó un tiempo exacto para terminar el cuestionario, sin embargo, por lo general el

alumnado tardó entre 30 minutos y una hora. Por último, se analizaron los datos y se recopilaron los resultados para su discusión a través del software estadístico SPSS.

3. Resultados

3.1. Estadísticos descriptivos

En primer lugar, se describen las calificaciones del alumnado de los tres centros (Tabla 2). Se puede observar claramente que el promedio más elevado es el del colegio concertado ($M=12,48$; $DE=2,917$), mientras que la media más baja es la del centro singular ($M=7,93$; $DE=2,604$), con casi cuatro puntos y medio de diferencia. Por otro lado, se han comparado las medias de las tres escuelas con sus medianas y se ha visto que son números similares, lo que, a priori, es una indicación de que las muestras siguen una distribución normal. Por otra parte, las desviaciones típicas son muy similares en los tres casos, esto indica que los datos de los tres grupos dispersos de forma equivalente respecto a su media. Por último, podemos observar que la mínima nota la obtuvo un alumno del centro singular, un 3 sobre 30, y que la máxima nota, un 19 sobre 30, la tuvo un alumno del centro público ordinario.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los resultados de la prueba de conocimientos

	N	Media	Mediana	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<i>Singular</i>	16	7,9333	7	2,6040	3	14
<i>Público</i>	26	11,0385	11	2,7926	4	19
<i>Concertado</i>	25	12,4800	13	2,9172	8	18
<i>Total</i>	66	10,8788	10	3,2558	3	19

Como se puede observar, y poniendo el foco ahora en los niveles de alfabetización científica, todos los centros obtienen puntuaciones muy bajas, ya que para considerar un nivel aceptable se deben obtener al menos 15 puntos y ninguno de los promedios alcanza ese valor. Además, se puede observar que los niveles de alfabetización científica en los centros singulares se encuentran en un nivel alarmantemente bajo.

3.2. Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas

Se estudió la normalidad de las variables a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($n>50$) y mediante la prueba de homogeneidad de varianzas. Todas las variables demostraron seguir una distribución normal (Tabla 3). Por todo esto, se utilizó estadística paramétrica para el análisis de los datos. En concreto se llevó a cabo la prueba de análisis de la varianza (ANOVA), por ser esta la prueba idónea para comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos.

Tabla 3. Resultados de la Prueba ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	194,895	2	97,448	12,424	0,000
Dentro de grupos	494,135	63	7,843		
Total	689,030	65			

Los resultados de ANOVA señalaron diferencias significativas entre los grupos (Tabla 3). A continuación, en la tabla 4 se pueden observar las comparaciones múltiples para clarificar estas diferencias.

Tabla 4. Resultados de las comparaciones múltiples. Método de Scheffé

Tipo de Centro educativo		Diferencia de medias (I-J)	Desviación Error	Significación
Singular	Público ordinario	-3,10513*	0,90805	0,005
	Concertado	-4,54667*	0,91468	0,000
Público ordinario	Singular	3,10513*	0,90805	0,005
	Concertado	-1,44154	0,78448	0,193
Concertado	Singular	4,54667*	0,91468	0,000
	Público ordinario	1,44154	0,78448	0,193

Los resultados del análisis de la varianza entre grupos unifactorial indican que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tres grupos de escuela pública (M= 11,038, DT= 2,79), concertada (M= 12,48, DT= 2,91) y singular (M= 7,93, DT= 2,6), ($F_{12,4} = 2$, $p = .00$). Los resultados de las comparaciones múltiples, según el método de Scheffé indican que las diferencias entre las medias de los centros público y ordinario con los centros singulares son estadísticamente significativas. La media obtenida por los participantes es significativamente menor en el caso de las escuelas singulares. En cambio, entre el centro público y el concertado no aparecen diferencias.

4. Discusión y conclusiones

Los resultados han permitido concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre el nivel de conocimiento científico del alumnado de los centros singulares, con el del alumnado de los centros públicos y concertados. Así, al observar la media de las calificaciones del centro singular, podemos ver que el nivel del alumnado de este centro es significativamente inferior al alumnado de las otras dos escuelas. Por otro lado, un resultado interesante de este estudio es que no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el nivel de conocimientos de Ciencias de la Naturaleza del alumnado de la escuela pública ordinaria y de la escuela concertada. Además, y como conclusión relativa a los niveles generales de alfabetización científica, estos han resultado mucho más bajos

de lo esperado, en consonancia con los resultados de Navarro y Förster (2012) que encontraron bajos niveles de alfabetización científica en las aulas, pero, sobre todo, determinaron que estos eran menores a medida que descendía el nivel socioeconómico.

El presente estudio proporciona una clara evidencia de que subsisten inequidades en el sistema educativo en la Comunidad Valenciana y sugiere que las medidas de compensación de desigualdades que está aplicando la administración autonómica no son todavía suficientemente efectivas para conseguir la equidad educativa plena. Los resultados de la investigación sugieren que las Administraciones públicas deben continuar dotando de ayudas y medios personales, materiales, económicos y organizativos a los centros singulares. En estudios anteriores se han descrito y analizado proyectos de Aprendizaje servicio que podrían ayudar a paliar estas desigualdades y mejorar la actitud y el rendimiento académico de los alumnos de centros singulares. En muchos centros singulares, tras aplicarse medidas para convertir las escuelas en espacios de colaboración y de ayuda mutua, se observaron mejoras en el rendimiento y la comprensión hacia la ciencia, en el comportamiento de los estudiantes hacia los demás, e incluso, en el desarrollo de vocaciones científico-técnicas (Bolmstorm y DeBoer, 2014; Newman, Dantzlery y Coleman, 2015; Nunn y Braud, 2011).

Se ha visto aquí también que el alumnado de los colegios singulares tiene una mayor probabilidad de no lograr los objetivos y las competencias científicas de la educación obligatoria y, por lo tanto, de no obtener un nivel de alfabetización científica mínima que facilite su integración sociolaboral. Hay un acuerdo global en que la escuela debe ser un motor para cambiar esta tendencia, pero los resultados no se vislumbran todavía (Barton, 2000; Romero 2014). En el caso de las Ciencias Naturales, por ejemplo, plantear cuestiones y problemas realmente relacionados con el contexto y las necesidades de los niños puede resultar de gran ayuda y relevancia, además de aumentar su motivación por aprender. Otras medidas de compensación también pueden pasar por alfabetizar a las familias, ofrecer clases de refuerzo extraescolar al alumnado o incorporar personal docente en las escuelas que esté formado en la implementación de proyectos de aprendizaje servicio (Puig, Batlle, Bosch y Palos, 2007; Newman, Dantzlery y Coleman, 2015).

A partir de este estudio, surgen nuevas líneas de investigación de gran interés relacionadas con las necesidades de los centros singulares y el aprovechamiento óptimo de los recursos que se reciben por parte de las administraciones públicas. En definitiva, con este estudio se han proporcionado evidencias de que el sistema educativo español alberga desigualdades significativas en el nivel de conocimientos científicos del alumnado de los centros singulares con respecto a los centros públicos ordinarios y los centros concertados. Estas desigualdades parecen tener su raíz en situaciones sociales y económicas desfavorecidas de las familias de los niños y son difíciles de compensar (Rainey et al., 2018). Como consecuencia, se

considera crucial seguir avanzando en el diseño y en la implementación de medidas compensatorias para los centros singulares. Es evidente que se necesita más investigación y mayores recursos para seleccionar y aplicar las medidas prácticas que sean más eficientes, como el aprendizaje servicio o el aprendizaje basado en problemas, para asegurar la igualdad de oportunidades dentro de nuestro sistema educativo.

Referencias

Barton, A.C. (2000). Crafting multicultural science education with preservice teachers through service-learning. *Journal of Curriculum Studies*, 32(6), 797-820. <https://doi.org/10.1080/00220270050167189>

Barton, A.C., & Yang, K. (2000). The culture of power and science education: Learning from Miguel. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(8), 871-889. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200010\)37:8<871::AID-TEA7>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200010)37:8<871::AID-TEA7>3.0.CO;2-9)

Bolshakova, V.L., Johnson, C.C., & Czerniak, C.M. (2011). "It depends on what science teacher you got": Urban science self-efficacy from teacher and student voices. *Cultural Studies of Science Education*, 6(1), 961-997. <https://doi.org/10.1007/s11422-011-9346-2>

Cañal, P. (2004). La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *Cultura y educación*, 16(3), 245-257. <https://doi.org/10.1174/1135640042360951>

Chamizo, J.A. y Pérez, Y. (2017) Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74(1), 23-40. <https://doi.org/10.35362/rie741624>

Cone, N. (2009). A bridge to developing efficacious science teachers of all students: Community-based service-learning supplemented with explicit discussions and activities about diversity. *Journal of Science Teacher Education*, 20(4), 365-383. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9137-8>

Eaton, A.A., Saunders, J.F., Jacobson, R.K., & West, K. (2020). How gender and race stereotypes impact the advancement of scholars in STEM: Professors' biased evaluations of physics and biology post-doctoral candidates. *Sex roles*, 82(1), 127-141. <https://doi.org/10.1007/s11199-019-01052-w>

Else-Quest, N. M., Mineo, C. C., & Higgins, A. (2013). Math and science attitudes and achievement at the intersection of gender and ethnicity. *Psychology of Women Quarterly*, 37(3), 293-309. <https://doi.org/10.1177/0361684313480694>

Frost, S., Reiss, M., & Frost, J. (2005). Count me in! Gender and minority ethnic attainment in school science. *School Science Review*, 86(316), 105–112.

García, R. y Martínez, M.J. (2013). Transformación de una escuela en escuela cooperativa: historia de un proyecto intercultural. *Revista De Investigaciones UNAD*, 12(1), 129–148. <https://doi.org/10.22490/25391887.1163>

Gil, D. (1994). Diez años de investigación de la didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2(2), 154-156. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4438>

Gil, D. y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: Obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43(1), 27-37. <https://doi.org/10.12795/IE.2001.i43.03>

Gómez, C., Rodrigo, F., y Molines, S. (2019). Proyectos educativos multidisciplinares y ayuda a la comunidad. *RIDAS. Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 7, 131-143. DOI10.1344/RIDAS2019.7.9

Grau, R. y García, L. (2017). Prácticas socioeducativas para mejorar la convivencia escolar. Una experiencia en un Centro de Acción Educativa Singular. *Revista sobre la infancia y la adolescencia*, 12(1), 42-50. <https://doi.org/10.4995/reinad.2017.6490>

Greca, I.M., Meneses, J.A. y Diez, M. (2017). La formación en ciencias de los estudiantes del grado de maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 16(2), 231-256. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, páginas 122868 a 122953.

Linares, N., Burguete, I. y Moliner, D. (2010). Análisis del nivel de provisionalidad de los maestros destinados en un Centro de Acción Educativa Singular durante el curso 2009/2010. *Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, 65(1), 4.

Llach, J.J. (2006). *Desafíos de la equidad educativa: Diagnóstico y Propuestas*. Ediciones Granica.

Miller, J. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*, 112(2), 29-48.

Miller, J. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3) 203-223. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/7/3/001>

Morandín-Ahuerma, F., Villanueva-Méndez, L., y Romero-Fernández, A. (2022). Alfabetización en ciencia y pensamiento crítico en el aula. *Investigaciones Regionales desde Puebla Nororiental*, 1(1), 281-302.

National Research Council (1996) National Science Education Standards. National Academy Press.

Navarro, M.B., y Förster, C.E. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 49(1), 1-17. <https://doi.org/10.7764/PEL.49.1.2012.1>

Newman, J.L., Dantzler, J., & Coleman, A. N. (2015). Science in action: How middle school students are changing their world through STEM service-learning projects. *Theory Into Practice*, 54(1), 47-54. <https://doi.org/10.1080/00405841.2015.977661>

Olmedo, J.C. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2). 137-148. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.i2.01

OCDE (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.

Orden 20/2019, de 30 de abril, de la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte, por la cual se regula la organización de la respuesta educativa para la inclusión del alumnado en los centros docentes sostenidos con fondos públicos del sistema educativo valenciano. DOGV núm. 8540 de 3 de mayo de 2019.

Porlan, R. (1993). La Didáctica de las Ciencias. Una disciplina emergente. *Cuadernos de Pedagogía*, 210(1), 68-71.

Puig, J.M., Batlle, R., Bosch, C., y Palos, J. (2007). Aprendizaje y servicio (ApS). *Educación y compromiso cívico*. Graó.

Rainey, K., Dancy, M., Mickelson, R., Stearns, E., & Moller, S. (2018). Race and gender differences in how sense of belonging influences decisions to major in STEM. *International journal of STEM education*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0115-6>

Romero, M. (2014). Alfabetización científica en España: ¿qué ha cambiado en la última década? En Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Ed.). *Percepción social de la ciencia y la tecnología* (71-98). FECYT.

Rosales, E.M., Rodríguez, P.G., y Romero, M. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias* 17(2), 2-22. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2302

Sans, R., Serrano, A., y González, A. (2020). PISA: el precio pedagógico de una evaluación internacional. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22(1), 1-13. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e22.2673>

Smith, K., Loughran, J., Berry, A., y Dimitrakopoulos, C. (2012). Developing scientific literacy in a primary school. *International Journal of Science Education*, 34(1), 127-152. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.565088>

Stewart, T., & Wubben, Z. C. (2015). A systematic review of service-learning in medical education: 1998–2012. *Teaching and Learning in Medicine*, 27(2), 115-122. <https://doi.org/10.1080/10401334.2015.1011647>

Tan, E., & Barton, A. C. (2010). Transforming science learning and student participation in sixth grade science: A case study of a low-income, urban, racial minority classroom. *Equity & Excellence in Education*, 43(1), 38-55. <https://doi.org/10.1080/10665680903472367>

Tate, W. (2001). Science education as a civil right: Urban schools and opportunity-to-learn considerations. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(9), 1015-1028. <https://doi.org/10.1002/tea.1045>

Tobin, K., Seiler, G., & Walls, E. (1999). Reproduction of social class in the teaching and learning of science in urban high schools. *Research in Science Education*, 29(1), 171-187.

Tobin, K., Roth, W. M., & Zimmermann, A. (2001). Learning to teach science in urban schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 941-964. <https://doi.org/10.1002/tea.1040>

Verdugo-Perona, J.J., Olmos, R., Solaz-Portolés, J.J., Sanjosé, V. (2017). Análisis estructural del conocimiento didáctico del contenido científico escolar en futuros maestros de primaria. *Interciencia*, 27(7). [https://doi.org/446-450.0378-1844/14/07/468-08 \\$ 3.00/0](https://doi.org/446-450.0378-1844/14/07/468-08%20$3.00/0)