



¿El aprendizaje basado en indagación mejora el rendimiento académico del alumnado en ciencias? Análisis basado en PISA 2018

Does Inquiry-based Learning Improve the Academic Performance of Science Students? Analysis Based on PISA 2018

A aprendizagem baseada em inquérito melhora o desempenho acadêmico dos estudantes de ciências? Análise baseada no PISA 2018

Alejandro Rodríguez-García*  orcid.org/0000-0002-7258-8857

Ana Rosa Arias-Gago**  orcid.org/0000-0002-5889-3222

Para citar este artículo: Rodríguez-García, A. y Arias-Gago, A. (2022). ¿El aprendizaje basado en indagación mejora el rendimiento académico del alumnado en ciencias? Análisis basado en pisa 2018. *Revista Colombiana de Educación*, (86), 53-74. <https://doi.org/10.17227/rce.num86-12232>



Recibido: 05/08/2020

Evaluado: 20/04/2021

pp. 53-74

N.º 86

* Doctor en psicología educativa y ciencias de la educación por la universidad de León (España). Universidad de León (España). arodrg01@estudiantes.unileon.es

** Doctora en psicología educativa y ciencias de la educación por la universidad de León (España). Universidad de León (España). ana.arias@unileon.es

Resumen

Los estudios en los que se relaciona el uso de modelos docentes en ciencias y el rendimiento académico se caracterizan por el carácter reciente y dispar. Este artículo de investigación determinó la relación existente entre la utilización de un modelo basado en indagación (IBL) –con sus variedades guiada y abierta– en ciencias por parte de 2526 profesores de las diferentes Comunidades Autónomas de España y el desempeño académico de 35943 alumnos de esos docentes en PISA Ciencias 2018. Se implementó, entonces, un diseño de investigación cuantitativo, transversal no experimental de tipo descriptivo-correlacional, en el que el cuestionario UMEPE fue administrado a los profesores de ciencias de enseñanza secundaria. Los resultados, obtenidos por medio de modelos regresivos-correlaciones y puntuaciones promedio, arrojaron relaciones significativas entre el uso del IBL y el rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias 2018, siendo esta relación e influencia mayor en la variedad guiada que en la abierta. De forma opuesta, cuando se aplica un modelo tradicional no se produce relación ni influencia entre las variables, aunque, cuando tanto la utilización del IBL –en cualquiera de sus variedades– como la del modelo tradicional es alta, se puede producir mayor o menor rendimiento en función del contexto. Estos hallazgos se antepone a la mayoría de la literatura –en la que el uso de un modelo tradicional genera mayor rendimiento del alumnado en ciencias– y son un medio para facilitar a las administraciones educativas la toma de decisiones a la hora de planificar los currículos educativos de ciencias desde una perspectiva empírica.

Palabras clave

método de enseñanza; evaluación PISA 2018; enseñanza de las ciencias; clase magistral; aprendizaje basado en indagación

Keywords

teaching method; PISA 2018 assessment; science education; lecture; Inquiry based learning

Abstract

The studies that relate the usage model of teaching and students' academic achievement in science are characterized by their recent and unequal nature. This research dealt to determine the relationship between the usage of an inquiry-based model (IBL) -open and guided- in sciences. The final sample was made up of 2526 teachers from the different Autonomous Communities of Spain and the students' science achievement in PISA 2018 (35943 students). A quantitative nonexperimental, cross-sectional descriptive-correlational research design was carried out in which the UMEPE questionnaire, was administrated to compulsory Secondary Education science teachers. The results obtained using regressive-correlation models and average scores, show significant relationships between the IBL model teachers' usage and students' science achievement in PISA 2018, although this relationship and influence is higher in teacher-directed guided inquiry than in student-directed open inquiry. Conversely, when a traditional model is applied, there is no relationship or influence between the variables; although, the elevated use of the IBL and the traditional model could be generating high or low science achievement, depending on the context. These findings are contrary to the main literature –where traditional model usage by teachers generates higher students' science achievement– and could be used in order to plan science educational curricula from an empirical perspective.

Resumo

Os estudos nos quais se relacionam o uso de modelos de ensino em Ciências e o desempenho académico caracterizam-se por sua natureza recente e dispar. A presente pesquisa determinou a relação entre o uso de um modelo baseado em investigação (IBL) - com suas variedades guiadas e abertas - em Ciências por 2526 professores de diferentes Comunidades Autónomas da Espanha e o desempenho académico de 35 943 alunos desses professores no PISA Ciências 2018. Foi implementado um desenho de pesquisa quantitativa, transversal, não experimental, descriptivo-correlacional, no qual o questionário da UMEPE foi aplicado a professores de ciências do ensino médio. Os resultados, obtidos por meio de modelos de regressão-correlação e escores médios, produziram relações significativas entre o uso do IBL e o desempenho académico dos alunos no PISA Ciências 2018, sendo essa relação e influência maior na variedade guiada do que na aberta. Ao contrário, quando se aplica um modelo tradicional, não há relação ou influência entre as variáveis, embora quando tanto o uso do IBL –em qualquer uma de suas variedades– quanto do modelo tradicional seja alto, maiores ou menores rendimentos podem ser produzidos, dependendo do contexto. Esses achados têm são opostos sobre a maioria da literatura –onde o uso de um modelo tradicional gera melhor desempenho dos alunos em ciências– e são um meio de facilitar a tomada de decisão para as administrações educacionais ao planejar currículos educacionais em ciências de uma perspectiva empírica.

Palavras-chave

método de ensino; avaliação PISA 2018; ensino das ciências; Palestra; aprendizagem baseada em investigação

Introducción

La importancia de la metodología docente en el rendimiento académico del alumnado es un hecho aceptado y constatado internacionalmente por el grueso de la comunidad educativa (Álvarez-Morán *et al.*, 2018). En este sentido, Hortigüela *et al.* (2019) y Rodríguez-García y Arias-Gago (2020) sitúan a este constructo como uno de los elementos esenciales de la didáctica educativa junto con la organización escolar y la evaluación educativa.

Esta relevancia metodológica se traslada también, como es obvio, a las disciplinas vinculadas al ámbito de las ciencias, cuya magnitud internacional a nivel de relevancia curricular es amplia en todos los sistemas educativos (Avikasari *et al.*, 2018). En este sentido, autores como Jerrim *et al.* (2019), Oliver *et al.* (2019) y Tamayo *et al.* (2019), establecen que la biología, la física, la química, las ciencias de la tierra y del espacio, la geología y la anatomía y fisiología humanas, son las principales disciplinas curriculares que se integran en el ámbito de las ciencias. A su vez, también se le otorga una gran relevancia al concepto de competencia científica, definido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2019a), como

La capacidad de los estudiantes de interesarse sobre cuestiones e ideas científicas como ciudadano reflexivo. Una persona científicamente competente sabe intervenir con un discurso razonado sobre ciencia y tecnología para explicar fenómenos científicos, valorar y diseñar investigaciones científicas, e interpretar datos y pruebas científicas. (p. 17)

De entre los múltiples modelos didácticos para el desarrollo de la competencia científica, la principal literatura especializada establece como modelos más prevalentes: el tradicional y/o instructivo, asociado a las teorías de aprendizaje conductistas, en el que el docente es la figura principal y el alumnado adquiere el rol de receptor de conocimientos; y el enfoque basado en la indagación, conocido en la literatura anglosajona como *Inquiry Based Learning* (IBL), de carácter constructivista, en el que el alumnado aprende de una forma más activa y experimental (Cairns, 2019; Constantinou *et al.*, 2018; Lau y Lam, 2017; Rodríguez y Pérez, 2016; Sabando *et al.*, 2017).

El IBL ha sido delimitado conceptualmente como un modelo docente que promueve la construcción de significados y conceptos por parte del alumnado, a través de la formulación de preguntas y de la investigación, para encontrar respuestas y así comprender y construir nuevos conocimientos que serán comunicados a otros desde una perspectiva empírica en situaciones no conocidas por el alumnado (Akerson *et al.*, 2018; Romero-Ariza, 2017). Este modelo ha sido clasificado, considerando el grado de estructuración de la tarea, en dos variedades diferenciadas: *IBL guiado*,

cuando el profesor dirige el proceso de indagación del alumnado; e *IBL abierto*, cuando el grueso de la indagación es llevado a cabo por el discente (Furtak *et al.*, 2012).

A pesar de la prevalencia de los dos modelos citados, en la literatura internacional impera la disparidad y la dispersión a la hora establecer qué modelo didáctico genera mayor o menor rendimiento académico del alumnado en ciencias y, más concretamente, en pruebas internacionales de evaluación (Effendi-Hasibuan *et al.*, 2019; Gil *et al.*, 2018; Jiang y McComas, 2015).

De esta forma, son numerosos los estudios que han determinado que el uso de un enfoque tradicional en la enseñanza de las ciencias produce una mejora del rendimiento del alumnado en esa área en pruebas internacionales de evaluación, tras la utilización del *IBL* (Areepattamannil, 2012; Cairns y Areepattamannil, 2019; Lau y Lam, 2017; McConney *et al.*, 2014; Sjøberg, 2017; Stockard *et al.*, 2018; Teig *et al.*, 2018). De forma diametralmente opuesta, diversas investigaciones internacionales establecen que la utilización del *IBL* en ciencias tiene efectos positivos en el rendimiento académico del alumnado (Furtak *et al.*, 2012; Jerrim *et al.*, 2019; Lustick, 2009; Minner *et al.*, 2010; Palmer, 2009). Furtak *et al.* (2012) establecen que las mejoras generadas por el *IBL* en el rendimiento del alumnado están condicionadas por la variedad (guiada o abierta) utilizada, mostrando el alumnado mayor rendimiento académico, en la mayoría de los casos, cuando se utiliza la variedad guiada.

La totalidad de las investigaciones citadas, tanto en las que la utilización de modelos tradicionales y/o instructivos genera más rendimiento en el alumnado como en las que el uso del *IBL* genera idéntico efecto, tienen como aspecto común que el rendimiento del alumnado es determinado, en la mayoría de los casos, con el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (*PISA*), concretamente con la escala destinada a la medición de la competencia en ciencias (OCDE, 2019a). El contexto de la presente investigación, ubicado en España, hizo que se utilizaran como fuentes de información los resultados del alumnado en *PISA* Ciencias 2018 (OCDE, 2019a), con el propósito de servirse de un marco de medición afín al de las investigaciones de la literatura principal.

Este marco de medición común asociado a *PISA* hace que los resultados de las investigaciones sean fácilmente extrapolables y replicables a otros contextos y/o países. Además, los resultados del programa *PISA* 2018 disponen para el territorio español de una muestra balanceada de 35 943 alumnos de diferentes contextos socio-económicos, asociados a diferentes tipologías de centro –público, privado y concertado–, lo que genera que gran parte de los factores por los que está influenciado el rendimiento académico del alumnado en ciencias –centro escolar, factores vinculados al estudiante, rendimiento docente, políticas educativas, factores tecnológicos,

contexto socio-económico, factores socio-familiares, factores psicológicos y emocionales, etcétera– (Gil-Flores, 2014; Gil *et al.*, 2018; Tsai, 2017) sean considerados implícitamente.

No en vano, también se derivan una serie de limitaciones (Álvarez-Morán *et al.*, 2018; Asensio *et al.*, 2018; Jerrim *et al.*, 2019): la primera de ellas, se vincula con el carácter relativamente reciente –año 2000 primera medición– de las investigaciones con el marco de medición PISA; la segunda, relacionada con la anterior, se vincula también al carácter relativamente reciente –mayoría de fuentes ubicadas en la última década– de las investigaciones en las que se mide la eficacia de los modelos docentes en el rendimiento académico del alumnado en ciencias; y la tercera se vincula, como ya se ha expuesto, a la disparidad en los resultados de las diferentes investigaciones que abordan la temática.

Las limitaciones expuestas ponen de manifiesto la necesidad de realizar nuevas investigaciones con los datos aportados por el último y reciente Informe PISA 2018 (OCDE, 2019a) para así dilucidar en el contexto español, cómo utilizan los docentes el IBL y establecer si este influye en mayor medida en el rendimiento académico del alumnado que el modelo tradicional.

Por lo tanto, esta investigación planteó dos objetivos diferenciados: (a) Describir cómo utilizan los docentes, del alumnado participante en PISA Ciencias 2018, los modelos IBL y tradicional, y (b) Establecer cómo el uso docente de un modelo u otro influye en el rendimiento académico del alumnado, a partir de los resultados del informe PISA 2018 España y un instrumento elaborado ad-hoc, con el que medir la utilización metodológica por parte de los docentes del alumnado participante en PISA Ciencias.

Metodología

Participantes

Para la selección del profesorado se utilizó un muestreo aleatorio por conglomerados de carácter *bietápico*. En la primera fase, se dividió a la población en 17 estratos correspondientes a las 17 comunidades autónomas en las que se ordena el territorio español y se consideraron como conglomerados los diferentes centros educativos participantes en PISA 2018. En la segunda fase, se administró el cuestionario UMEPE a los profesores de ciencias¹ de alumnado participante en PISA de los conglomerados establecidos para, de esta forma, asegurar que han sido docentes de alumnos que han participado en la evaluación PISA 2018.

1 En España, los docentes de Ciencias en Educación Secundaria Obligatoria imparten las materias de biología y geología, física y química y cultura científica.

La totalidad de la muestra estuvo compuesta por 2526 (n=2526) docentes de ciencias de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria que han impartido docencia a alumnado participante en PISA 2018 (edades de los alumnos comprendidas entre los 15 y 16 años), de los cuales, 1345 fueron mujeres (53,25%) y 1181 hombres (46,75%). De la totalidad de docentes, 1425 (56,41%) imparten docencia en centros de titularidad pública, 802 (31,74%) en centros de titularidad concertada y 299 (11,84%) en centros de titularidad privada. Esta circunstancia implica que la muestra de docentes del estudio se encuentre adscrita a contextos socio-económicos y culturales diversos ya que, en España, el alumnado varía significativamente en función de la tipología de centro (OCDE, 2019a).

En la tabla 1 puede observarse cómo ha sido distribuida la muestra de docentes en los 17 estratos establecidos.

Tabla 1

Muestra de docentes por comunidad autónoma

Comunidad autónoma	n	Comunidad autónoma	n
Andalucía	202	Galicia	102
Aragón	145	La Rioja	89
Asturias	132	Navarra	124
Cantabria	146	Madrid	126
Castilla La Mancha	142	Murcia	91
Castilla y León	231	País Vasco	145
Comunidad Valenciana	178	Islas Baleares	101
Cataluña	256	Islas Canarias	113
Extremadura	203	Total	2526

Fuente: elaboración propia

A su vez, se consultó y utilizó la información contenida en la base de datos PISA 2018, en la que la muestra de alumnado total para España fue de 35943 (n=35943) (OCDE, 2019a; 2019b). La caracterización de la tipología de muestreo utilizado para el análisis de datos aparece explicitada en el documento denominado Reporte Técnico PISA 2018 (OCDE, 2019b) y la base de datos aparece publicada en la página web del Ministerio de Educación y Formación Profesional, la cual ha sido liberada para ser utilizada por investigadores (MEFP, 2021). Es reseñable que la muestra se compone de alumnado de diferentes estratos sociales y de diferentes tipos de centros con contextos diferenciados, tratándose de una muestra balanceada y equilibrada con alumnado de diferente estatus socioeconómico y cultural, considerado a través del índice socioeconómico y cultural (ISEC) (OCDE, 2019b).

Instrumento

La elaboración del cuestionario partió de un instrumento previo denominado cuestionario de opinión y percepción sobre el uso de metodologías activas en la educación obligatoria en la ciudad de León (OPPUMAEOLE) (Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019), adaptando los diferentes ítems al contexto nacional (España). Las modificaciones establecidas junto con la consulta de otros instrumentos de índole similar, tales como el inventario de enfoques de enseñanza ATI (Trigwell y Prosser, 2004), el cuestionario sobre las perspectivas de los estudiantes sobre el uso de metodologías activas en el Grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Murcia (Vallejo y Molina, 2011) y el instrumento para la medición de metodologías activas en la Universidad (Jiménez-Hernández *et al.*, 2020), sirvieron para crear el cuestionario UMEPE² (Uso de métodos de enseñanza en el profesorado español). Este está compuesto por tres secciones: una primera, para abordar aspectos sociodemográficos; una segunda, de carácter escalar y utilizada para esta investigación, en la que se valora la utilización y conocimiento de métodos docentes (3-mucho, 2-bastante, 1-poco, 0-nada). En esta parte, los docentes de ciencias valoran cómo es la utilización que realizan de la metodología tradicional y del IBL; y una tercera, también de tipología escalar, vinculada a valorar las opiniones y percepciones docentes hacia el uso de métodos activos.

El instrumento se validó, en primer lugar, utilizando el procedimiento denominado juicio de expertos (método Delphi), en el que 9 doctores en Ciencias de la Educación con 5 o más años de experiencia, valoraron la univocidad, pertinencia y relevancia de los ítems, y propusieron modificaciones si así lo estimaban. Posteriormente, el cuestionario fue administrado a una muestra piloto de 100 participantes, según las indicaciones de Gaitán y Piñuel (1998). Tras recolectar los datos, se implementó un análisis factorial exploratorio y confirmatorio, los cuales, tras suprimir 6 ítems, arrojaron unas propiedades psicométricas óptimas ($KMO=.897$; $CFI=.951$) en los 114 ítems por los que finalmente quedó compuesto el cuestionario. La fiabilidad para la totalidad del cuestionario fue determinada a través del coeficiente Alfa de Cronbach $\alpha=.871$ y la varianza promedio extraída $AVE=.623$, valores considerados, según Calderón *et al.* (2018) como idóneos.

Por su parte, como ya se ha mencionado, también se utilizó la base de datos PISA 2018 (MEFP, 2021), considerando la parte vinculada a los resultados del alumnado español en la prueba de ciencias.

2 Cuestionario UMEPE: <https://bit.ly/3fxkBKC>

Procedimiento de recogida de datos

Se siguió un muestreo *bietápico* en el que, en primer término, se dividió a la población de docentes en 17 estratos, correspondientes con las comunidades autónomas en las que se ordena el territorio español. Tras esto, se envió el cuestionario a los conglomerados ubicados en cada estrato, correspondientes con los Institutos de Enseñanza Secundaria (IES) donde se implementó la prueba PISA 2018. Para este propósito, se consultaron los IES participantes en PISA 2018 en el Reporte técnico PISA 2018 (OCDE, 2019b) y en la base de datos. Posteriormente se recopilamos los correos electrónicos de todos esos IES, utilizando para ello el Registro Español de centros docentes no universitarios (MEFP, 2020).

Una vez recopilados, se digitalizó el cuestionario utilizando la aplicación Google Forms y fue enviado a los directores de los IES junto con el consentimiento informado y una carta explicativa de la investigación y del procedimiento a seguir para su administración a los profesores de ciencias de cada IES. En la carta, se hizo hincapié en que el equipo directivo solo administrase el cuestionario a profesores que impartiesen materias vinculadas a las ciencias, cuyo alumnado haya participado en la prueba PISA 2018. De este modo, los equipos directivos de los IES que decidieron participar, administraron el cuestionario a los profesores de ciencias de su centro, quienes respondieron al cuestionario de forma voluntaria, telemática y anónima.

Los datos obtenidos fueron recopilados junto con los datos PISA 2018 para España en una base de datos para, posteriormente, efectuar cruces entre las variables de ambas fuentes de información.

Diseño de investigación y análisis de datos

El diseño de investigación implementado fue, siguiendo a León y Montero (2003), cuantitativo no experimental, transversal y de tipología descriptiva-correlacional. El análisis de datos se realizó usando el *software* SPSS en su versión número 26, llevándose a cabo los siguientes análisis: en la parte descriptiva, se llevó a cabo un análisis de puntuaciones promedio obtenidas por estudiantes y docentes en PISA 2018 y en el cuestionario UMEPE respectivamente. A su vez, en la parte correlacional y regresiva, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal para observar cómo una variable influye sobre otra y un análisis de correlación bivariado para establecer el nivel de relación entre variables. También se aplicó un análisis ANOVA con el que aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Resultados

Los primeros análisis, de tipo descriptivo, se han dirigido a describir cómo es el rendimiento académico en Ciencias del alumnado de las diferentes comunidades autónomas del territorio español y la utilización que los docentes efectúan de los modelos tradicionales y del IBL (guiado y abierto) en las materias vinculadas a las ciencias. Para este propósito, se utilizaron como principales índices de medición las puntuaciones promedio obtenidas por el alumnado en la escala de Ciencias de PISA 2018 y las puntuaciones promedio alcanzadas por el profesorado en el cuestionario UMEPE.

Para delimitar cualitativamente el rendimiento del alumnado, la OCDE (2019a) ha establecido una serie de niveles basados en las puntuaciones promedio: nivel 1, para puntuaciones comprendidas entre 0 y 409; nivel 2, puntuaciones entre 410 y 483; nivel 3, puntuaciones entre 484 y 558; y niveles 4, 5, 6 y 7 para puntuaciones que se sitúan por encima (no detalladas al no ser alcanzadas a nivel promedio por el alumnado de ninguna comunidad). Por su parte, para delimitar cualitativamente las puntuaciones obtenidas por los docentes en el uso de modelos didácticos en ciencias, se creó un sistema exhaustivo y mutuamente excluyente de categorías compuesto por los siguientes niveles de utilización: nivel bajo, para puntuaciones que se sitúan entre 0 y 1; nivel medio, para puntuaciones situadas entre 1.01 y 2; y nivel alto, para puntuaciones entre 2.01 y 3.

De esta forma, tal y como puede observarse en la tabla 2, el alumnado de las comunidades de Galicia [\bar{x} =510], Castilla y León [\bar{x} =501], Asturias [\bar{x} =496], Cantabria [\bar{x} =495], Aragón [\bar{x} =493], Navarra [\bar{x} =492], Cataluña [\bar{x} =489], País Vasco [\bar{x} =487], Madrid [\bar{x} =487], La Rioja [\bar{x} =487] y Castilla La Mancha [\bar{x} =484] se ubican en el nivel 3 de PISA Ciencias, lo que implica que este alumnado es capaz de explicar fenómenos conocidos, planificar e implementar experimentos en contextos restringidos, diferenciar entre lo científico y lo no científico, e identificar pruebas que respaldan un determinado enunciado científico (OCDE, 2019a). Por su parte, en el nivel 2, se ubica el alumnado de las comunidades autónomas de Islas Baleares [\bar{x} =482], Murcia [\bar{x} =479], Comunidad Valenciana [\bar{x} =478], Extremadura [\bar{x} =473], Andalucía [\bar{x} =471] e Islas Canarias [\bar{x} =470], lo que implica que este alumnado es capaz de identificar explicaciones científicas sencillas, interpretar datos e identificar preguntas que pueden ser resueltas empíricamente (OCDE, 2019a).

Asimismo, en lo referido a las medidas de utilización de modelos didácticos tradicionales vinculados a las ciencias, todos los docentes de esta área, de las comunidades autónomas, se ubican en un nivel medio de utilización, tal y como puede observarse en la tabla 2. La citada tabla

también explicita que los docentes de ciencias de las comunidades de Galicia [\bar{x} =1.71], Islas Canarias [\bar{x} =1.63], Andalucía [\bar{x} =1.58], Murcia [\bar{x} =1.58], Aragón [\bar{x} =1.56], La Rioja [\bar{x} =1.51] y Castilla y León [\bar{x} =1.45], disponen de puntuaciones promedio superiores a 1.4 en el seno del nivel medio. Por el contrario, docentes de ciencias de comunidades como Comunidad Valenciana [\bar{x} =1.29], País Vasco [\bar{x} =1.27], Extremadura [\bar{x} =1.26], Navarra [\bar{x} =1.25], Castilla La Mancha [\bar{x} =1.25], Asturias [\bar{x} =1.21], Cataluña [\bar{x} =1.21], Madrid [\bar{x} =1.2], Islas Baleares [\bar{x} =1.18] y Cantabria [\bar{x} =1.14], disponen de puntuaciones promedio, ubicadas en un nivel medio, inferiores a 1.3.

Tabla 2

Promedio de puntuaciones del alumnado en PISA Ciencias y del profesorado en la utilización de modelos didácticos

Comunidad	x- PISA Ciencias	x- Modelo tradicional	x- IBL guiado	x- IBL abierto
Galicia	510	1.71	1.64	1.02
Castilla y León	501	1.45	1.64	1.11
Asturias	496	1.21	1.44	.88
Cantabria	495	1.14	1.42	1.03
Aragón	493	1.56	1.41	1.02
Navarra	492	1.25	1.38	1.16
Cataluña	489	1.21	1.27	.71
País Vasco	487	1.27	1.07	.89
Madrid	487	1.2	1.17	.99
La Rioja	487	1.51	1.39	1.08
Castilla La Mancha	484	1.25	1.16	.48
Islas Baleares	482	1.18	1.19	.87
Murcia	479	1.58	1.05	.79
C. Valenciana	478	1.29	1.08	.93
Extremadura	473	1.26	1.34	.44
Andalucía	471	1.58	1.01	.47
Islas Canarias	470	1.63	.98	.66
Total	486.71	1.37	1.27	.85

Fuente: elaboración propia

Por su parte, en la variante guiada del modelo IBL, los docentes de ciencias de Galicia [\bar{x} =1.64], Castilla y León [\bar{x} =1.64], Asturias [\bar{x} =1.44], Cantabria [\bar{x} =1.42], Aragón [\bar{x} =1.41], La Rioja [\bar{x} =1.39], Navarra [\bar{x} =1.38], Extremadura [\bar{x} =1.34], Cataluña [\bar{x} =1.27], Islas Baleares [\bar{x} =1.19], Madrid

[\bar{x} =1.17], Castilla La Mancha [\bar{x} =1.16], Comunidad Valenciana [\bar{x} =1.08], País Vasco [\bar{x} =1.07], Murcia [\bar{x} =1.05] y Andalucía [\bar{x} =1.01], se ubican en un nivel medio de utilización. De forma opuesta, los docentes de Islas Canarias [\bar{x} =.98] se ubican en un nivel bajo de utilización.

En la variante abierta del mismo modelo, los docentes de ciencias de Navarra [\bar{x} =1.16], Castilla y León [\bar{x} =1.11], La Rioja [\bar{x} =1.08], Cantabria [\bar{x} =1.03], Galicia [\bar{x} =1.02] y Aragón [\bar{x} =1.02], se ubican en un nivel medio de utilización. Por el contrario, los docentes de Madrid [\bar{x} =.99], Comunidad Valenciana [\bar{x} =.93], País Vasco [\bar{x} =.89], Asturias [\bar{x} =.88], Islas Baleares [\bar{x} =.87], Murcia [\bar{x} =.79], Cataluña [\bar{x} =.71], Canarias [\bar{x} =.66], Castilla La Mancha [\bar{x} =.48], Andalucía [\bar{x} =.47] y Extremadura [\bar{x} =.44], se sitúan en un nivel bajo de uso.

La siguiente tipología de análisis, de tipo regresivo y correlacional, se ha dirigido a determinar la relación entre el uso de modelos docentes tradicionales y el modelo IBL por parte del profesorado de ciencias de las diferentes comunidades autónomas y el desempeño académico en PISA Ciencias 2018 por parte del alumnado de las diferentes comunidades autónomas.

Por tanto, la relación entre la variable uso de IBL –en sus dos variedades– por el profesorado de ciencias y el rendimiento académico del alumnado en ciencias, se determinó por medio de un modelo de regresión lineal, partiendo de una hipótesis nula de independencia lineal entre el rendimiento académico del alumnado en ciencias y el uso del modelo IBL por parte del profesorado. En este sentido, en la tabla 3, la dependencia entre variables en términos de linealidad aparece explicitada a través del coeficiente de determinación $R^2=.720$ para el IBL guiado y $R^2=.480$ para el IBL abierto, aspecto que indica que la utilización del modelo IBL por parte de los docentes de ciencias explica el rendimiento académico de su alumnado en el 72% de las casuísticas en la variedad guiada y en el 48% en la variedad abierta. A su vez, el coeficiente R^2 ajustado arrojó un valor de 70.1% y 44.5 % lo que, según Calderón *et al.* (2018), implica una bondad de ajuste buena para ambas variedades, ya que los valores son $>.3$

Tabla 3
Regresión lineal y ANOVA del modelo para la variable rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias 2018

Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Error estándar	Estadísticos de cambio y ANOVA				
					Cambio en R ²	Cambio en F	gl1	gl2	Sig.
Uso IBL guiado	.848 ^a	.720	.701	5.8854	.720	38.512	1	15	.000
Uso IBL abierto	.693 ^a	.480	.445	8.0185	.480	13.828	1	15	.002

Fuente: elaboración propia
a: Predictores: (Constante), utilización IBL

La hipótesis nula fue contrastada a través del análisis ANOVA, por medio del cálculo del estadístico de contrastación F [38.512] para la variante guiada y F [13.828] para la variante abierta, los cuales arrojaron una significación $<.01$ para ambos casos. Esta circunstancia implica el rechazo de la hipótesis nula de independencia entre variables, ya que las variables se encuentran influenciadas significativamente, lo que implica que el ajuste del modelo para ambas casuísticas fue bueno con valores $<.05$ en las 2 variedades.

A su vez, los coeficientes de regresión de la recta aparecen incluidos en la tabla 4 y explican el cambio medio que le corresponde a la variable rendimiento académico del alumnado en ciencias por cada cambio en la unidad de la variable utilización IBL (guiado y abierto). Estos coeficientes no estandarizados aparecen explicitados en las fórmulas de regresión de las figuras 1 y 2, donde se integran las puntuaciones promedio obtenidas por las diferentes comunidades tanto en PISA Ciencias como en el uso de las dos variedades del IBL. Además, el estadístico t indica una relación proporcional y significativa tanto para la variable utilización de IBL guiado en Ciencias [$t=6.206$ -Sig.=.00] como para la variable rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias [$t=46.821$ -Sig.=.00]. La misma proporcionalidad aparece reflejada tanto para la utilización de IBL abierto en ciencias [$t=3.719$ -Sig.=.000.] como para el rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias [$t=59.535$ -Sig.=.002].

Tabla 4

Coefficientes de regresión y correlaciones del modelo para la variable rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones ^a		
	B	Error estándar	Beta			Orden cero	Parcial	Parte
Uso IBL guiado	430.357	9.192	.848	46.821	.000	.848**	.848**	.848**
	44.267	7.133		6.206	.000			
Uso IBL abierto	458.966	7.709	.693	59.535	.000	.693**	.693**	.693**
	32.456	8.728		3.719	.002			

Fuente: elaboración propia

a: ** Significación $p<.01$

El ajuste del modelo establecido en párrafos anteriores es refrendado de forma significativa por medio del coeficiente R de Pearson [$R=.848$ -sig.=.00], el cual indica una correlación significativa muy alta entre las variables asociadas a la variable del IBL guiado ya que, según Calderón *et al.* (2018), los valores se sitúan cerca de 1. En el caso del IBL abierto, la

correlación establecida por medio del coeficiente R de Pearson [$R=.693$ - $\text{sig}=.002$], indica una correlación significativa alta, aunque menor que en el caso de la variedad guiada.

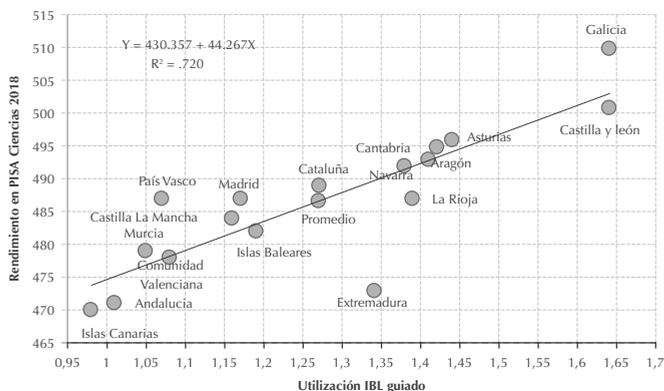


Figura 1. Análisis de regresión por Comunidades autónomas y variables de investigación (IBL guiado)

Fuente: elaboración propia

Los modelos regresivos implementados tanto para el IBL guiado como para el abierto, aparecen reflejados en las figuras 1 y 2. En ambos casos se pueden observar relaciones positivas y lineales entre el rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias 2018 y la utilización del modelo IBL por parte de los docentes de esos alumnos con la variable nominal de agrupación de comunidades autónomas, aunque es evidente que la linealidad del IBL guiado es mayor que la del IBL abierto, en el que se aprecia una mayor dispersión y puntuaciones menores en la utilización por parte de los docentes de todas las comunidades autónomas.

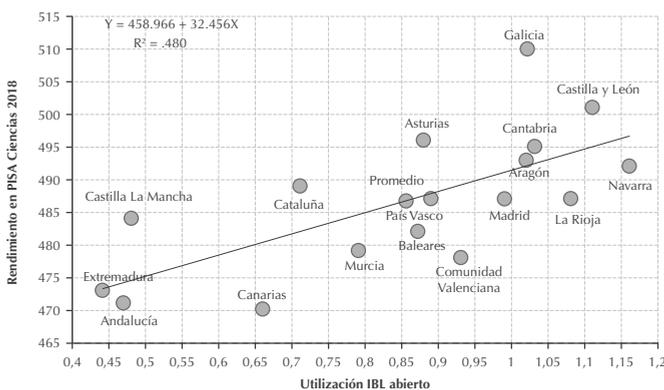


Figura 2. Análisis de regresión por Comunidades autónomas y variables de investigación (IBL abierto)

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, para determinar las relaciones entre la variable rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias 2018 y la utilización de un modelo tradicional por parte del profesorado de ciencias, se aplicó nuevamente un análisis de regresión lineal. Como en la casuística anterior, se estableció como hipótesis nula la existencia de independencia lineal entre las variables mencionadas. En la tabla 5 aparece explicitado el modelo de regresión aplicado, en el que el coeficiente $R^2=.000$ indica ausencia de relación y, por tanto, independencia entre las variables. El R^2 ajustado mostró un valor de -6.7% lo que, según Calderon *et al.* (2018), indica que las variables apenas se relacionan e influyen una sobre otra y, cuando lo hacen, es de forma negativa.

Tabla 5

Regresión lineal y ANOVA del modelo para la variable rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias

Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Error estándar	Estadísticos de cambio y ANOVA				
					Cambio en R ²	Cambio en F	gl1	gl2	Sig.
Uso modelo tradicional	.000 ^a	.000	-.067	11.1161	.000	.000	1	15	.999

Fuente: elaboración propia

a: Predictores: (Constante), utilización modelo tradicional

La hipótesis nula fue aceptada en este caso, ya que el análisis ANOVA implementado (tabla 5) por medio del estadístico F, arrojó un valor $=.00$ con una significación $p=.99$. La significación $>.05$ genera la aceptación de la hipótesis nula, lo que indica la independencia lineal entre las variables objeto de estudio.

A su vez, los coeficientes regresivos no estandarizados de la recta aparecen explicitados en la tabla 6 y, en este caso, indican una proporción negativa y no significativa entre la utilización de un modelo tradicional por parte del profesorado de ciencias y el rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias, aspecto que indica una relación negativa y no significativa entre la utilización de un modelo tradicional en ciencias [$t=-.002$ -Sig. $=.99$] y el rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias, donde la relación es positiva y significativa [$t=23.718$ -Sig. $=.00$].

Tabla 6

Coefficientes de regresión y correlaciones del modelo para la variable rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones		
	B	Error estándar	Beta			Orden cero	Parcial	Parte
Uso modelo tradicional	486.738	20.522	.000	23,718	.000	.000	.000	.000
	-.023	14.856		-.002	.999			

Fuente: elaboración propia

Los análisis de correlación indican la ausencia de relación entre las variables, ya que el coeficiente $R=.00$ indica que los datos no se ajustan al modelo de regresión establecido (Calderón *et al.*, 2018).

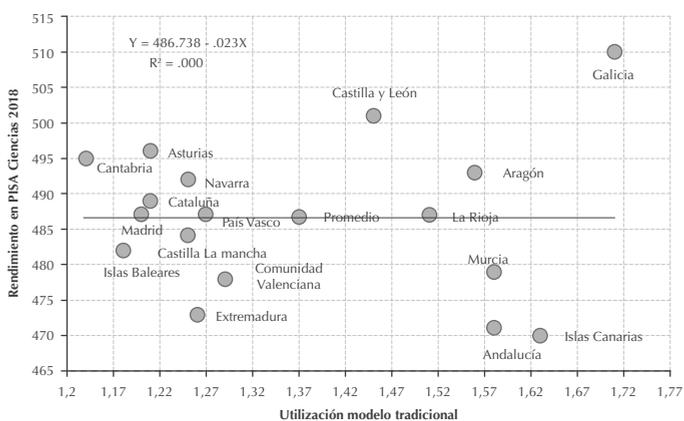


Figura 3. *Análisis de regresión por Comunidades autónomas y variables de investigación (modelo tradicional)*

Fuente: elaboración propia

El modelo de regresión establecido aparece reflejado en la figura 3, en el que se puede observar la dispersión y la ausencia de relación e influencia entre el uso de un modelo tradicional en ciencias por parte del profesorado de las diferentes comunidades autónomas y el rendimiento académico del alumnado en PISA Ciencias 2018 en las diferentes comunidades autónomas.

Discusión y conclusiones

El objeto principal de esta investigación fue establecer cómo el IBL influye en el rendimiento académico del alumnado en ciencias, utilizando para este propósito los resultados PISA obtenidos por el alumnado de ciencias en las diferentes comunidades autónomas de España. Para observar de forma más fidedigna la influencia del modelo IBL en sus dos variedades, también se midió la influencia del uso de un modelo tradicional sobre el rendimiento académico, aspecto que permitió contrastar la eficacia de ambos modelos, considerando el hecho de que este modelo tradicional dispone de una gran prevalencia en la enseñanza de las ciencias (McConney *et al.*, 2014; Minner *et al.*, 2010; Sabando *et al.*, 2017)

De esta forma, los análisis llevados a cabo han permitido observar que existe una influencia positiva y lineal entre el uso del modelo IBL, en sus dos variedades, por docentes de diferentes comunidades autónomas y el desempeño académico del alumnado de esas comunidades en PISA Ciencias 2018, aunque la influencia y linealidad es mayor en el caso de la variedad guiada. De forma opuesta, en la utilización del modelo tradicional de enseñanza en ciencias, no se producen relaciones ni existe influencia de una variable sobre otra.

A nivel de utilización, es necesario mencionar que el promedio global de uso del IBL guiado –en el que el docente dirige el proceso de indagación– es similar al promedio de uso del modelo tradicional –en el que el alumnado recibe los conocimientos de forma magistral– y se ubica en la categoría de uso medio. Por el contrario, la utilización del IBL abierto dispone de un promedio de utilización ubicado en la categoría de utilización baja, lo que puede explicarse por las dificultades que genera al profesorado la creación e implementación de secuencias didácticas con este modelo en su forma abierta (Aragüés *et al.*, 2014; Toma *et al.*, 2017).

Esta diferenciación en la utilización se traslada al promedio de rendimiento académico del alumnado en ciencias. A este respecto, el alumnado de las comunidades autónomas de Islas Baleares, Murcia, Comunidad Valenciana, Extremadura, Andalucía e Islas Canarias se ubican en el nivel 2 (puntuaciones entre 410 y 483) y el alumnado de Galicia, Castilla y León, Asturias, Cantabria, Aragón, Navarra, Cataluña, País Vasco, Madrid, La Rioja y Castilla La Mancha se sitúan en el nivel 3 (puntuaciones entre 484 y 558).

A su vez, es reseñable el hecho de que el rendimiento académico del alumnado de comunidades como Aragón, La Rioja, Castilla y León y Galicia, se ubican en el nivel 3 PISA y los docentes de ciencias de esas mismas comunidades obtienen las puntuaciones más elevadas de utilización tanto en el uso de IBL en sus dos variedades, como en el uso del modelo

tradicional. Este hallazgo se explica porque la utilización ecléctica de un modelo tradicional y el IBL no impide el rendimiento académico del alumnado y, esta combinación, puede potenciarlo en unas ocasiones y en otras disminuirlo (Algan *et al.*, 2013; Harks *et al.*, 2014).

A pesar del eclecticismo de las comunidades citadas, la tendencia general muestra que, en el modelo tradicional, en el que el docente es el instructor y el alumno un receptor de contenidos, los resultados se han caracterizado tanto por la ausencia de relación y de influencia entre las variables, como por una gran dispersión. Este hallazgo, en líneas generales, no es coincidente con la mayoría de investigaciones de la literatura sobre la temática en la que, en la mayoría de los casos, el uso de un modelo tradicional en ciencias se vincula a un mayor rendimiento académico del alumnado (Areepattamannil, 2012; Cairns y Areepattamannil, 2019; Lau y Lam, 2017; Lazonder y Hamsen, 2016; McConney *et al.*, 2014; Sjøberg, 2017; Stockard *et al.*, 2018; Teig *et al.*, 2018; Zhang, 2016).

Por otro lado, los resultados han permitido establecer que, la utilización de IBL por el profesorado de ciencias, se relaciona de forma significativa e influye directa y linealmente en el rendimiento académico del alumnado, tal y como pone de manifiesto el modelo regresivo aplicado. Esta casuística, como en el caso anterior, aparece en algunas investigaciones de la principal literatura vinculada (Aditomo y Klieme, 2019; Furtak *et al.*, 2012; Jerrim *et al.*, 2019; Lustick, 2009; Minner *et al.*, 2010; Osborne, 2015; Palmer, 2009), aunque el volumen de fuentes es inferior al del caso anterior.

Si bien es cierto que la influencia y relación entre el rendimiento y la utilización es mayor en el caso de la variedad guiada –que combina aspectos del modelo tradicional y del IBL– que en el de la abierta, lo que coincide con diversas investigaciones de la literatura (Furtak *et al.*, 2012; Lazonder y Hamsen, 2016; Romero-Ariza, 2017) en las que, al igual que en este trabajo, se establece que cuando el docente dirige al alumnado en su proceso de indagación, el rendimiento académico de este en ciencias es mayor.

Considerando todo lo anterior, la conclusión nuclear es que existe una influencia positiva y lineal entre la utilización del modelo IBL –en sus variedades guiada y abierta– por el profesorado de ciencias y el rendimiento académico de su alumnado en las diferentes comunidades autónomas; disponiendo la variedad guiada de una mayor relación e influencia en el rendimiento académico del alumnado que la variedad abierta. Contrariamente, en el modelo tradicional, no se ha encontrado ni influencia ni relación entre las variables, aunque cuando este modelo tradicional es aplicado junto con el IBL –en cualquiera de sus variedades–, puede generar mayor o menor rendimiento académico del alumnado en función del contexto donde se aplique.

Esta investigación contribuye a aumentar la literatura internacional sobre el uso de modelos docentes en ciencias y el rendimiento académico en PISA y se posiciona junto a los trabajos que vinculan la utilización del modelo IBL con un mayor rendimiento académico del alumnado. También amplía la literatura Iberoamericana sobre la temática, la cual se caracteriza, según Gil *et al.* (2018), por su carácter exiguo.

A pesar de las implicaciones citadas, esta investigación presenta algunas limitaciones; la primera, se relaciona con el hecho de que los resultados, aunque presentan significatividad para la variable utilización de IBL, solo se enfocan en medir el rendimiento académico del alumnado de ciencias en una prueba internacional de evaluación. Esta limitación podría solventarse con una futura línea de investigación dirigida a la observación de los posibles efectos de la utilización metodológica en ciencias sobre competencias de tipo transversal, tales como el trabajo colaborativo, la creatividad, la autonomía, la organización, etcétera, para lo que se elaboraría un instrumento ad-hoc, ya que en la literatura no existe ningún instrumento para tal fin. La siguiente limitación se asocia al método de análisis de datos utilizado, ya que el análisis de regresión se ha implementado para identificar los efectos de la variable uso de modelos docentes sobre el rendimiento del alumnado, lo que no sirve para establecer relaciones causales que doten de una mayor confiabilidad a los hallazgos obtenidos. Finalmente, considerando el hecho de que la relación entre el uso del modelo IBL y el rendimiento académico del alumnado en ciencias es significativa, futuras investigaciones podrían analizar qué otros métodos docentes y estrategias vinculadas a las enseñanzas de la ciencias se relacionan en mayor o menor medida con el rendimiento académico del alumnado, utilizando como variable de agrupación las diferentes comunidades autónomas. Todo esto con el objeto de aportar información fidedigna a las diferentes administraciones educativas con la que puedan mejorar la toma de decisiones a la hora de organizar y planificar los currículos educativos de ciencias desde una perspectiva empírica y ajustada al contexto de aplicación.

Referencias

- Aditomo, A. y Klieme, E. (2019). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504-525. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1716093>
- Akerson V.L., Burgess A., Gerber A. y Guo M. (2018). Disentangling the meaning of STEM: Implications for Science Education and Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063>

- Algan, Y., Cahuc, P. y Shleifer, A. (2013). Teaching practices and social capital. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), 189–210. <https://doi.org/10.1257/app.5.3.189>
- Álvarez-Morán, S., Carleos, C.E., Corral, N.O. y Prieto, E. (2018). Metodología docente y rendimiento en PISA 2015: Análisis crítico. *Revista de Educación*, 379, 85-114. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-379-370>
- Aragüés, A., Gil-Quílez, M. J. y de la Gándara, M. (2014). Análisis del papel de los maestros en el desarrollo de actividades de indagación en el practicum de primaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28, 135–151. <https://bit.ly/3fBaKDA>
- Areepattamannil, S. (2012). Effects of inquiry-based science instruction on science achievement and interest in science: evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research*, 105(2), 134–146. <https://doi.org/10.1080/00220671.2010.533717>
- Asensio, I., Carpintero, E., Expósito, E. y López, M. (2018). ¿Cuánto oro hay entre la arena? Minería de datos con los resultados de España en PISA 2015. *Revista Española de Pedagogía*, 76(270), 225-245. <https://doi.org/10.22550/REP76-2-2018-02>
- Avikasari, A., Rukayah, R. y Indriayu, M. (2018). The Influence of Science Literacy-Based Teaching Material Towards Science Achievement. *International Journal of Evaluation and Research in Education (Ijere)*, 7(3), 182-187. <https://doi.org/10.11591/ijere.v7i3.14033>
- Cairns, D. (2019). Investigating the relationship between instructional practices and science achievement in an inquiry-based learning environment. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2113-2135. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1660927>
- Cairns, D. y Areepattamannil, S. (2019). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in Science Education*, 49(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9639-x>
- Calderón, A., Arias-Estero, J.L., Meroño, L. y Méndez-Giménez, A. (2018). Diseño y validación del cuestionario de percepción del profesorado de Educación Primaria sobre la inclusión de las competencias básicas. *Estudios sobre Educación*, 34, 67–97. <https://doi.org/10.15581/004.34.67-97>
- Constantinou, C. P., Tsvitanidou, O. E. y Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? En O. E. Tsvitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, y C. Constantinou (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (pp. 1–23). Springer International Publishing.
- Effendi-Hasibuan, M. H., Harizon, Ngatijo y Mukminin, A. (2019). The inquiry-based teaching instruction (IbTI) in Indonesian secondary education: What makes science teachers successful enact the curriculum?

Journal of Turkish Science Education, 16(1), 18–33. <https://doi.org/10.12973/tused.10263a>

- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. y Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based Science teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gaitán, J. A. y Piñuel, J. L. (1998). *Técnicas de investigación en comunicación social. Elaboración y registro de datos*. Síntesis.
- Gil, M., Cordero, J. M. y Cristóbal, V. (2018). Las estrategias docentes y los resultados en PISA 2015. *Revista de Educación*, 379, 32-55. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-379-368>
- Gil-Flores, J. (2014). Factores asociados a la brecha regional del rendimiento español en la evaluación PISA. *Revista de investigación educativa*, 32(2), 393-410. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.32.2.192441>
- Harks, B., Rakoczy, K., Hattie, J., Besser, M. y Klieme, E. (2014). The effects of feedback on achievement, interest and self-evaluation: the role of feedback's perceived usefulness. *Educational Psychology*, 34(3), 269-290. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785384>
- Hortigüela, D., Pérez-Pueyo, Á. y González-Calvo, G. (2019). Pero [...] ¿A qué nos referimos realmente con la evaluación formativa y compartida?: Confusiones habituales y reflexiones prácticas. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 12(1), 13–27. <https://doi.org/10.15366/riee2019.12.1.001>
- Jerrim, J., Oliver, M. y Sims, S. (2019). The relationship between inquiry-based teaching and students achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England. *Learning and Instruction*, 61, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.12.004>
- Jiang, F. y McComas, W. F. (2015). The effects of inquiry teaching on student Science achievement and attitudes: evidence from propensity score analysis of PISA data. *International Journal of Science Education*, 37(3), 554-576. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.1000426>
- Jiménez-Hernández, D., González-Ortiz, J. J. y Tornel-Abellán, M. (2020). Metodologías activas en la universidad y su relación con los enfoques de enseñanza. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 24(1), 76-94. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8173>
- Lau, K. C. y Lam, T. Y. (2017). Instructional practices and science performance of 10 top-performing regions in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2128–2149. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1387947>
- Lazonder, A.W. y Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102%2F0034654315627366>

- Leng, C. H., Abedalaziz, N., Orleans, A. V., Naimie, Z. y Islam, A. (2018). Teaching Practices of Malaysian Science Teachers: Role of Epistemic Beliefs and Implicit Intelligence. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 6(2), 48–59. <https://bit.ly/3fCzSq3>
- Leon, O. G. y Montero, I. (2003). *Métodos de investigación en psicología y educación*. McGrawHill.
- Lustick, D. (2009). The failure of inquiry: Preparing science teachers with an authentic investigation. *Journal of Science Teacher Education* 20, 583-604. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9149-4>
- McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney, A., Schibeci, R. y Maor, D. (2014). Inquiry, engagement, and literacy in science: a retrospective, cross-national analysis using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963–980. <https://doi.org/10.1002/sce.21135>
- MEFP. (2020, julio 29). *Registro estatal de centros docentes no universitarios*. <https://bit.ly/2WMMiFW>
- MEFP. (2021, abril 5). *Evaluaciones Internacionales*. <https://bit.ly/3v67NA7>
- Minner, D. D., Levy, A. J. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- OCDE. (2019a). *PISA 2018. Programa para la evaluación internacional de los estudiantes. Informe Español*. OCDE Publishing. <https://bit.ly/2HPp9tE>
- OCDE. (2019b). *PISA 2018. Technical report*. OCDE Publishing. <https://bit.ly/2HPszws>
- Oliver, M., McConney, A., y Woods-McConney, A. (2019). The efficacy of inquiry based instruction in Science: a comparative analysis of six countries using PISA 2015. *Research in Science education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09901-0>
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: misunderstood and badly used? *School Science Review*, 96(357), 16–24. <https://bit.ly/2umYJfB>
- Palmer, D. H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165. <https://doi.org/10.1002/tea.20263>
- Rodríguez, L. G. y Pérez, B. C. (2016). Learning chemical reactions through inquiry-based laboratory tasks about everyday life issues. *Enseñanza de Las Ciencias*, 34(3), 143–160. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2018>
- Rodríguez-García, A. y Arias-Gago, A. R. (2019). Uso de metodologías activas. Un estudio comparativo entre profesores y maestros. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 5098-5111. <https://bit.ly/3yH2X0D>
- Rodríguez-García, A. y Arias-Gago, A. R. (2020). Revisión de propuestas metodológicas: una taxonomía de agrupación categórica. *Alteridad*, 15(2), 146-160. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n2.2020.01>

- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(2), 286-299. <https://bit.ly/2Pij4x9>
- Sabando, M. C., Maldonado, K., Acevedo, E. y Said, A. (2017). Una propuesta didáctica basada en la indagación científica para la enseñanza de las ciencias ecológicas. *Diálogos educativos*, 33, 20-36. <https://bit.ly/39gm0jl>
- Sjøberg, S. (2017). PISA as a challenge for science education: inherent problems and problematic results from a global assessment regime. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.*, 1(17), 327–263. <https://bit.ly/3eNjgq0>
- Stockard, J., Wood, T. W., Coughlin, C. y Rasplika Khoury, C. (2018). The effectiveness of direct instruction curricula: A meta-analysis of a half century of research. *Review of Educational Research*, 88(4), 479–507. <https://doi.org/10.3102/0034654317751919>
- Tamayo, Ó. E., Cadavid, V. y Montoya, D. M. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. *Revista Colombiana de Educacion*, 1(76), 117–141. <https://doi.org/10.17227/rce.num76-4188>
- Teig, N., Scherer, R. y Nilsen, T. (2018). More isn't always better: the curvilinear relationship between inquiry based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.02.006>
- Toma, R. B., Greca, I. M. y Meneses, J. Á. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 442–457. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11
- Trigwell, K. y Prosser, M. (2004). Development and Use of the Approaches to Teaching Inventory. *Educational Psychology Review*, 16(4), 409–424. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0007-9>
- Tsai, S. L., Smith, M. L. y Hauser, R. M. (2017). Families, Schools, and Student Achievement Inequality: A Multilevel MIMIC Model Approach. *Sociology of Education*, 90(1), 64-88. <https://doi.org/10.1177/0038040716683779>
- Vallejo, M., y Molina, J. (2011). Análisis de las metodologías activas en el grado de maestro en educación infantil: la perspectiva del alumnado. *REIFOP*, 14(1), 207-217. <https://bit.ly/35Jvq5n>
- Zhang, L. (2016). Is inquiry-based science teaching worth the effort? *Science & Education*, 25(7), 897–915. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9856-0>