



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

El desarrollo de Competencias Científicas a través de una línea de saberes: Un análisis experimental en el aula

Muñoz Martínez, Javier Ignacio; Charro Huerga, Elena

El desarrollo de Competencias Científicas a través de una línea de saberes: Un análisis experimental en el aula
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 2, 2023
Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956004>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2101

El desarrollo de Competencias Científicas a través de una línea de saberes: Un análisis experimental en el aula

Development of Scientific Competences through knowledge: An experimental analysis in the classroom

Javier Ignacio Muñoz Martínez
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
y de la Matemática, Universidad de Valladolid, España
javiermmweb@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4641-9646>

Elena Charro Huerga
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
y de la Matemática, Universidad de Valladolid, España
echarro@dce.uva.es

 <https://orcid.org/0000-0003-2690-2291>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2101
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92073956004>

Recepción: 31 Agosto 2021
Revisado: 22 Octubre 2021
Aprobación: 13 Diciembre 2022

RESUMEN:

A raíz de los bajos resultados obtenidos en las pruebas PISA, en Colombia el desarrollo de competencias se convierte en un objetivo urgente para generar efectos de cambio en la sociedad, por lo tanto, los docentes estamos llamados a proponer actividades que aporten a su desarrollo desde la escuela. Sin embargo, la conexión entre las competencias, el currículo y la aplicación en el aula no es una tarea fácil. En consecuencia, esta investigación se centró en desarrollar la competencia científica en estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución Educativa Distrital Alfredo Iriarte en la ciudad de Bogotá, mediante un proceso de intervención que emplea una línea de saberes sustentada en el enfoque por competencias de PISA, todo lo anterior está enmarcado en contextos de aprendizaje de interés socio-científico. Dicha investigación se deriva del análisis de los ítems PISA y de la comprensión de las sub-competencias científicas que arrojaron los resultados de anteriores investigaciones, diseñando así actividades a partir de dichos ítems y adaptándolos a nuestro contexto, que fueron posteriormente aplicados a los alumnos. Proceso que fue evaluado mediante una metodología cuasi experimental donde el grupo intervenido obtuvo una mejora significativa en el desarrollo de las habilidades que componen la competencia científica en comparación a los de control. Entre las implicaciones didácticas se señala la necesidad de diseñar actividades que requieran diferente nivel cognoscitivo por parte del docente, esto con el propósito de desarrollar paulatinamente sus capacidades y habilidades que permitan la conexión entre los distintos saberes y las diferentes sub-competencias que el alumnado debería alcanzar.

PALABRAS CLAVE: Competencias científicas, investigación cuasi-experimental, ítems PISA, Línea de saberes.

ABSTRACT:

There is a preoccupation with low results in the PISA tests. In Colombia, the development of competencies becomes an urgent objective for the community because it will generate effects of change in society. Therefore, teachers have homework to propose activities that contribute to their development at the school. However, the connection between the competencies, Curriculum, and application in the classroom is not a simple task. Consequently, this research focused on developing scientific competence in eighth and ninth-grade students of the Alfredo Iriarte local district school in Bogotá city. The intervention process used a line of knowledge supported by the competency-based approach of PISA. The learning context includes socio-scientific aspects. The analysis of PISA items and understanding of the scientific sub-competences were fundamental parts of this research. The results of previous investigations took into account as well. Those data allowed us to design research instruments and adapted them to our context. The process was evaluated through a quasi-experimental methodology. The intervention group obtained a significant improvement in the development of the skills that make up scientific competence compared to the control groups. Among the didactic implications, it will be necessary to design different cognitive activities for teachers and they will develop their capacities and abilities gradually. That will allow the connection between the particular knowledge and the different sub-competencies the students should attain.

KEYWORDS: Scientific competencies, quasi-experimental research, PISA, Knowledge.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de competencias con efectos de cambio en la sociedad es uno de los pilares que debe proyectarse desde la escuela para el progreso de cualquier país (OECD, 2006). Centrando así el interés en el capital humano, el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), evalúa a estudiantes de 15 años de diferentes países para analizar el grado en que han desarrollado dichas competencias. De este modo, muchos países se han vinculado al proyecto PISA para verificar si su sistema educativo está formando o no ciudadanos con capacidades que puedan aportar positivamente al desarrollo de su país, entre ellos Colombia, que en 2003 se embarca en una mejora de la calidad de la educación, definiendo los estándares básicos de competencias y en 2006 empieza a participar en el proyecto PISA.

Tras haber participado en 5 pruebas, los resultados muestran que la población estudiantil de 15 años en su mayoría no logran alcanzar el nivel 2 de dichas competencias, y tan solo el 1% alcanzan los niveles más altos 5 y 6 (OECD, 2019a). En concreto, en la competencia lectora, los estudiantes colombianos presentan una valoración cuatro veces inferior a la de los países con mejores resultados, equivalente a un rezago de 4 años de escolaridad (Bos *et al.*, 2019). En la competencia matemática, el 65% de los estudiantes no logran alcanzar el nivel 2 y en la científica, no lo hacen el 50%, lo que supone que no utilizan conocimientos científicos interrelacionados, conceptuales, procedimentales y epistémicos para proponer hipótesis explicativas o predicciones de nuevos fenómenos, o ante datos de diseños experimentales simples, no pueden diferenciar información relevante de la que no, entre otras deficiencias (OECD, 2019a).

Un factor que más afecta en Colombia al proceso educativo es la desigualdad social (Cingano, 2014), marcándose una amplia diferencia en el nivel académico entre colegios con condiciones socioeconómicas altas y los más desfavorecidos (Sánchez *et al.*, 2019), motivo por el cual el docente ha de proponer estrategias que permitan el desarrollo de competencias según el contexto del alumno, a fin de que puedan contribuir a la vida personal y su ámbito social (De Pro, 2012). En este sentido, se considera que los ítems liberados de PISA pueden servir de apoyo al docente en la comprensión de las diferentes habilidades que un estudiante debe desarrollar y/o servir de ejemplo en la construcción de dichas estrategias que lleven al desarrollo de competencias, tal y como lo proponen Muñoz y Charro (2017a, 2017b, 2018) quienes realizaron una clasificación rigurosa de estos ítems de acuerdo a las tres categorías planteadas por PISA en ciencias, sus habilidades específicas y tipos de conocimiento utilizado.

Cabe destacar, que el contexto particular de cada país permitirá generar una adecuada orientación y desarrollo de las competencias. En Colombia, es urgente el desarrollo de competencias científicas desde un paradigma socio-científico, que permita abordar temas álgidos de la sociedad y tomar decisiones racionalmente fundadas, como parte de una ciudadanía responsable con valores sociales (Holbrook y Rannikmae, 2009, 2007), formando así niñas, niños y jóvenes con posturas críticas y éticas frente a las graves situaciones que nos aquejan, como la injusticia social, la pobreza, la falta de respeto a los derechos humanos, la contaminación, la exclusión social y el abuso de poder, en un país donde hablar sobre cualquiera de estos temas supone un alto riesgo para la vida como lo demuestran los 251 líderes sociales asesinados en 2020 (Indepaz, 2021), de los cuales 64 eran férreos defensores del medio ambiente, opositores en temas como la deforestación, el fracking, la minería y el uso del glifosato (Paz-Cardona, 2021).

En consecuencia, esta investigación se centra en el desarrollo de competencias científicas en alumnos de secundaria en donde, a partir del análisis de los ítems liberados de PISA y la comprensión de cada una de las tres sub-competencia evaluada en este programa, se diseñaron una serie de actividades donde se tuvo en cuenta las debilidades del estudiante, el currículo y contextos de aprendizaje basados en problemas de interés socio-científico del país en los tres niveles; a nivel personal como el consumo de drogas y sus efectos

en adolescentes, a nivel local-nacional como la minería en Colombia y su relación con la muerte de líderes ambientales y a nivel global como el uso de herbicidas como el glifosato y sus efectos tanto en las personas como en los ecosistemas. Actividades que se aplicaron dentro de una línea de saberes (Cordero y Nassar, 2013) bajo el enfoque por competencia de PISA a lo largo de un año escolar. Dicha aplicación fue evaluada mediante una metodología cuasi-experimental que permitió verificar los cambios en el nivel de competencias científicas generados en los estudiantes.

El Proyecto PISA y las Habilidades Científicas Específicas

Si bien es claro que algunos autores han criticado fuertemente el proyecto PISA desde sus informes, escalas, ítems, idoneidad de sus datos y su validez (Barquín *et al.*, 2011; Drechsel, 2011; Gallardo-Gil *et al.*, 2010 y Lau 2009), otros autores proponen que ha sido una herramienta desaprovechada que puede aportar a la mejora del aprendizaje, la enseñanza y los currículos que conlleve a una renovación de la enseñanza de las ciencias (Acevedo, 2005; Alcañiz y Cervera, 2014; Gil-Pérez y Vilches, 2006 y Muñoz y Charro, 2017a).

Este ha sido el horizonte de la investigación propuesta, concibiendo estas pruebas como una oportunidad de aprendizaje, debido a que su constructo teórico se relaciona con aportaciones valiosas de autores como Gott y Duggan (1996), la National Research Council (2012), Osborne *et al.* (2003), Osborne (2013), Postigo y Poso (2000), Schalk y Schee (2008), que proponen diferentes habilidades científicas y que son agrupadas en el proyecto PISA en tres dimensiones o sub-competencias: i. Evaluar y diseñar la investigación científica, ii. Interpretar datos y pruebas científicamente y iii. Explicar fenómenos científicamente. El grupo de habilidades que componen cada sub-competencia son abordadas ampliamente por Muñoz y Charro (2017b, 2018) desde los ítems que las evalúan.

Capacidades y habilidades que se han venido orientando desde un enfoque pedagógico didáctico en el que las competencias deben estar dentro de un paradigma de la acción y la práctica centrado en el alumno y en una perspectiva constructivista (Bueno, 2009). Donde el carácter contextual de la competencia toma importancia y da un sentido al aprendizaje que se vuelve consciente y reflexivo, de manera que los docentes tienen la responsabilidad de elegir juiciosamente las situaciones que se quiere exponer (Fernández-March, 2011), lo que ha permitido que las competencias sean construidas bajo situaciones de contexto por considerarse significativas en el aprendizaje de las ciencias (Caamaño, 2011 y Parchmann, 2009).

En este sentido, se han generado investigaciones que han abordado diferentes habilidades que componen las sub-competencias propuestas por PISA, para servir de ejemplo, facilitar y orientar a los maestros en su abordaje desde el aula. Trabajos como el de Ferrés-Gurt (2017) y Joglar-Campos (2015) que se centran en la habilidad de plantear preguntas científicamente investigables; Crujeiras-Pérez (2017) y González-Rodríguez y Crujeiras-Pérez (2016) que se centran en desarrollar los procesos de indagación y en la construcción de diseños experimentales desde el laboratorio; Berciano *et al.* (2015) y Solar *et al.* (2015) que enfocan sus estudios en las dificultades que presentan los estudiantes en la construcción, representación y análisis de tablas y gráficas; Blanco-Anaya y Díaz (2017) y García-Rodeja *et al.* (2020) que centran su interés en la competencia de explicar fenómenos científicamente. O los que buscan promover procesos de pensamiento de orden superior como la justificación y argumentación como Bravo y Jiménez-Aleixandre (2015) y Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre (2015) y finalmente, los que a partir de contextos significativos buscan el abordaje de las habilidades ya mencionadas utilizando unidades didácticas para trabajar en clase como Franco-Mariscal *et al.* (2014, 2017).

Todas estas propuestas significan un gran avance para el desarrollo de la competencia científica en el aula, que deben ajustarse al contexto de cada maestro y su grupo de estudiantes, el cual, como lo señala Tobón (2006) debe integrar el proceso instructivo, el proceso desarrollador, la concepción curricular, la concepción didáctica y el tipo de estrategias didácticas a implementar para llegar a desarrollar este enfoque por

competencias. Por ello, esta investigación propone el desarrollo de competencias científicas bajo un modelo de saberes como el propuesto por Cordero y Nassar (2013).

Línea de saberes y competencias

El desarrollo de competencias supone muchos retos para el docente en el aula ya que no se puede decir que exista una línea directa entre las competencias que se plantea en los currículos y su aplicación en el aula (Franco *et al.* 2014). Es mediante la línea de saberes que se facilita dicha conexión, coincidiendo con Perrenoud (2008) al pensar que no se pueden desarrollar las competencias en la escuela sin dedicar el debido tiempo a la asimilación de los saberes básicos escolares, pues la mayoría de estos son movilizados por las competencias y por tanto, no hay competencias sin saberes. La línea de saberes propuesta a continuación está basada en la dimensión cognoscitiva (Bloom, 1956 y Gallardo-Gil *et al.*, 2010), los niveles de la alfabetización científica (Bybee, 1997) y los niveles de demanda cognitiva (Anderson y Krathwohl, 2001; Marzano y Kendall, 2007 y Webb, 2002):

El Saber-Saber: Relacionado con un conjunto de saberes teóricos o prácticos que el estudiante debe conocer, siendo importante la comprensión de los conceptos científicos clave (Holbrook y Rannikmae, 2009). Se pretende como primera acción en el aula un acercamiento a los conceptos principales, ya que muchos de los estudiantes no son capaces de conectar los modelos teóricos con las pruebas empíricas dadas como parte de un problema (Bravo y Jiménez, 2015). Así, se propone abordar en el Saber-Saber las primeras etapas de la dimensión cognoscitiva: el conocimiento de conceptos y su reproducción o nivel nominal de la alfabetización científica desde un ejercicio de lectura constante y progresiva, donde se trabaje el conocimiento teórico básico con tareas que involucren un procedimiento simple y bien definido como identificar, recordar, reconocer, usar, etc. que atiendan la demanda cognitiva de nivel 1.

El Saber-Hacer: Asociado a las destrezas, capacidades y habilidades del estudiante y su aptitud para realizar con facilidad y precisión las tareas que competen. En esta etapa se trabajan los conceptos revisados en el saber-saber y se proponen actividades orientadas a desarrollar el conocimiento procedimental del estudiante a través de un problema socio-científico que permita conectar su entorno cultural, conlleve a captar su interés y se pueda trabajar de manera didáctica en el aula (España *et al.*, 2012). En esta etapa se abordan dimensiones cognoscitivas como la comprensión – reflexión y la aplicación o nivel funcional de la alfabetización científica, siendo así actividades adecuadas aquellas que permitan describir, explicar, conectar, parafrasear, ilustrar, dibujar, representar mediante modelos, resumir el cómo, porqué, para qué del problema propuesto y sus efectos.

El Saber-Pensar: Si bien esta etapa va de la mano con el saber-hacer, se busca profundizar el conocimiento desde la dimensión epistémica, es decir, es importante aprender el conocimiento de la ciencia y los conceptos para la comprensión y el manejo de los problemas socio-científicos dentro de la sociedad (Holbrook y Rannikmae, 2007). En esta etapa se pretende el desarrollo de las dimensiones cognoscitivas como el análisis, la síntesis, la conexión, transferencia y la heurística, o nivel conceptual y procedimental de la alfabetización científica.

Se propone el análisis de artículos científicos en contraste con decisiones políticas controvertidas, generando discusiones que permitan ayudar al estudiante a visualizar la situación del país (Hess, 2009), o el análisis del diseño experimental propuesto y la construcción de argumentos lógicos bajo la visión de datos empíricos aportados, de manera que permitan proponer preguntas de investigación orientadas a la posible solución del problema planteado (Webb, 2002) o actividades que permitan categorizar, diferenciar, discriminar, ordenar la información científica para crear un argumento lógico, razonable y preciso del problema, donde el estudiante utilice la información para desarrollar un pensamiento crítico en torno al contexto del país.

El Saber-Actuar: Finalmente todo el conocimiento, capacidades y habilidades no tienen ningún fin sin un saber-actuar, es decir una dimensión comportamental y bajo este principio se busca el desarrollo de una competencia científica multidimensional donde además de la comprensión de la naturaleza de la ciencia, se genere un papel de la ciencia en la vida personal y de la sociedad, en el que las dimensiones cognitivas de orden superior como la evaluación, la comunicación y argumentación se vean reflejadas. Acciones que están dentro del nivel 4 de la demanda cognitiva. En este sentido se ve al estudiante como un ciudadano crítico y responsable frente a las decisiones de su país, y por tanto a través de actividades se puede empezar por trabajar los problemas discutidos en clase dentro de su propio entorno familiar.

En consecuencia, la línea de saberes nos abre la puerta para abordar paso a paso esta propuesta de intervención, donde cada saber tiene un objetivo concreto que lleva a trabajar las debilidades de los estudiantes en nuestro contexto específico, en la que los saberes y las competencias no chocan, sino más bien se complementan (Perrenoud, 2008).

METODOLOGÍA

La evaluación de la intervención se realizó utilizando una metodología cuantitativa empleando un diseño cuasi experimental que involucró un pre-test, la intervención propuesta bajo la línea de saberes con un enfoque orientado al desarrollo de competencias socio-científicas y un pos-test.

Contexto y participantes

La muestra de la investigación fue no probabilística, siendo estudiantes del Colegio Alfredo Iriarte en Bogotá (Colombia), con una participación de 234 adolescentes de 14 y 15 años pertenecientes a grados octavos y novenos, en las asignaturas de Química y Biología.

Diseño de la Intervención

En esta etapa los procesos y saberes a aplicar fueron determinados a partir de la evaluación diagnóstica realizada a los estudiantes (pre-test) y que fueron ajustados a plan de estudios propuesto por el colegio. Es así como desde las clases de biología se centró en trabajar la lectura y la comprensión de conceptos y desde las clases de química el uso de tablas y gráficas. Los saberes propuestos y los procesos principales abordados desde química y biología se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1
Dimensiones y procesos abordados desde biología y química

Dimensiones del proceso de aprendizaje	Procesos abordados desde Biología	Procesos abordados desde química
Dimensión cognoscitiva o Saber-Saber	Dominio del conocimiento teórico básico, abordado desde un ejercicio de lectura independiente, constante y progresiva que permita el desarrollo de la competencia lectora en nivel 1 o lectura literal.	Apropiación de conceptos teóricos, variables dependientes e independientes.
Dimensión procedimental o Saber-Hacer	Dominio de una lectura comprensiva a partir de un problema determinado en donde los conceptos pasan a usarse dentro de un contexto con el fin de desarrollar una lectura comprensiva o de nivel 2.	Toma de datos y construcción de tablas y gráficas alrededor de los temas propuestos en el plan de estudios y su relación con los problemas planteados.
Dimensión epistémica o Saber-Pensar	Dominio de competencias generales en reflexión y análisis sobre problemáticas específicas en Colombia, donde la lectura se enfoca desde un nivel argumentativo o de nivel 3.	Análisis de tablas y gráficas y producción de conclusiones vistos con mayor profundidad desde los problemas planteados.
Dimensión comportamental o Saber-Actuar	Dominio de competencias generales en la toma de decisiones como ciudadanos responsables y críticos (Holbrook y Rannikmae, 2007, 2009). Donde se proponen la evaluación y la síntesis del conocimiento en la realización de folletos que permitan servir de apoyo en procesos de comunicación encaminadas a dar a conocer dichas problemáticas a sus propias familias.	

Como se aprecia en el anexo 1, cada saber aborda un nivel diferente de la competencia lectora, se relaciona los temas del currículo con las diferentes competencias y se empieza desde los niveles más básicos de la dimensión cognitiva y se va avanzando a los más complejos, con el objetivo de generar un proceso progresivo de aprendizaje y los niveles más básicos sirvan de base y faciliten el desarrollo de los niveles más complejos. El docente investigador se enfocó en guiar los procesos de los estudiantes de manera activa, orientando y resolviendo sus dudas, motivando siempre su trabajo en clase y ayudándolos a superar sus dificultades desde un enfoque constructivista. Desde la química se orientó todo el proceso a la comprensión de variables dependientes e independientes y la construcción e interpretación de tablas y gráficas con sus respectivas conclusiones (Anexo 2).

Bajo esta misma estructura se desarrollan los siguientes temas a lo largo de los 7 meses de trabajo, donde se van vinculando nuevos conceptos y el problema de discusión se profundiza. Ejemplos de los talleres propuestos en cada saber se presentan en los anexos 3, 4, 5 y 6.

Diseño experimental para la evaluación de la intervención

La investigación siguió un diseño cuasi-experimental durante el curso académico 2019 que inicio en febrero, donde se realizó el pre-test, instrumento que sirvió de evaluación diagnostica para definir los procesos que se trabajaran con mayor profundidad en la intervención realizada de marzo a septiembre y finalizando con el pos-test en el mes de octubre, donde inicia el cierre de año escolar. La muestra se reparte en 4 grupos siendo G1 el grupo intervenido, G2 el grupo control y G3 y G4 los grupos de referencia de nivel, G3 tiene relación de maestros con G1 (con excepción del docente investigador) y G4 no tiene relación de docentes, para así poder analizar los resultados en relación a la variable “docente”. En todos los grupos, salvo G1, se sigue una metodología tradicional, con clases magistrales. La investigación se realiza desde

dos perspectivas: longitudinalmente (comparando resultados al inicio y al final del curso), y transversal (comparando resultados entre grupos antes y después del proceso de intervención). El diseño experimental se muestra en la figura 1.

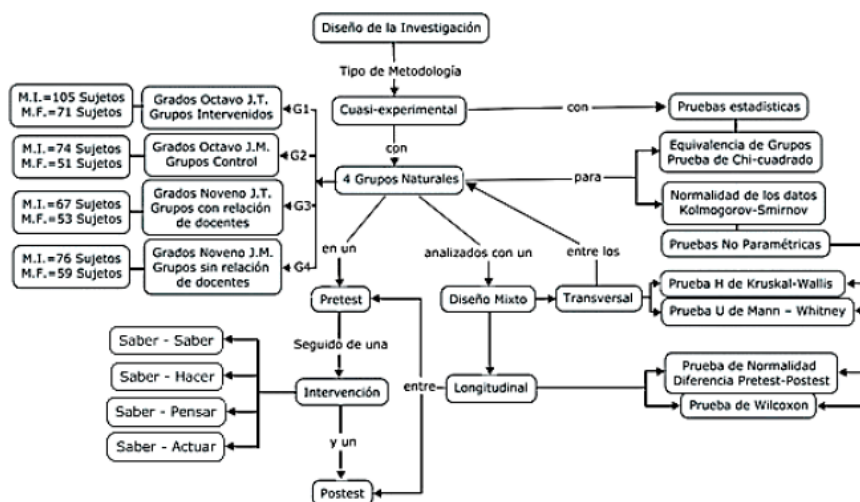


FIGURA 1
Esquema del diseño experimental
Elaboración propia

Instrumento de recogida de datos

El instrumento fue un cuestionario, que se utilizó tanto en el pre como en el post-test, elaborado con 27 ítems liberados de las pruebas PISA (Anexo 7), agrupados según la sub-competencia, habilidades específicas y tipo de conocimiento analizados por Muñoz y Charro (2017b, 2018), donde se tuvo en cuenta que cada habilidad y tipo de conocimiento pudiera ser evaluado, así como que permitiera valorar el lenguaje escrito, lo que es posible a través de ítems de respuesta abierta. Los alumnos respondieron a los cuestionarios dispuestos en la plataforma Moodle, mediante el uso de tablets durante 1h.50min., disponiendo de 4 min/ítem en promedio.

Análisis de datos

Se hizo teniendo como máximo una base porcentual de 100% para quienes hayan respondido adecuadamente el total de los 27 ítems, porcentaje que variará de acuerdo a la cantidad de ítems respondidos correctamente. Para la calificación de los ítems se utilizó una puntuación de 1 para ítems totalmente correctos, 0,5 para aquellos que involucran y aceptan una respuesta parcial y 0 para aquellos incorrectos. Para los ítems abiertos se siguió la rúbrica propuesta por PISA (OCDE, 2006). El análisis de datos se realizó mediante el programa estadístico SPSS Statistics 22, donde se tuvo en cuenta un intervalo de confianza del 95%, es decir con un $\alpha = ,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis transversal de resultados en el pre-test

Con la prueba de Chi-cuadrado se verifica estadísticamente que el número de integrantes en cada grupo de estudio es equivalente con un nivel de significancia de $0,245 > 0,05$, siendo el número de muestra N en cada grupo adecuado para el presente estudio. De tal manera que se pasa a analizar los resultados que reflejan valores promedio del nivel en ciencias muy inferiores (Tabla 2) a los reportados por PISA 2018 para Colombia de un 41% (OCDE, 2019a).

TABLA 2
Medias en rendimiento en ciencias

<i>Grupo</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>
G1	71	18,10
G2	51	18,12
G3	53	16,67
G4	59	21,03

Con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con datos superiores a 50, se obtuvo que los grupos G1 y G3 no presentan datos con una distribución normal, con significancias de 0,014 y 0,008 respectivamente, siendo necesario el uso de pruebas no-paramétricas para el análisis de los datos. De esta manera utilizando la prueba H de Kruskal-Wallis apta para grupos de datos independientes se determinó con un nivel de significancia de 0,085 que el nivel de rendimiento en ciencias dados por las medias (Tabla 2) no difieren estadísticamente. Sin embargo, se puede observar diferencias entre los grupos G3 y G4. El test U-Mann-Whitney entre pares de grupos, mostró que el nivel de rendimiento entre los grupos no presenta diferencias estadísticamente significativas con G1, salvo entre los grupos G3 y G4, con una significación inferior a 0,05 siendo superior el nivel de rendimiento en G4 = 21,03.

Lo anterior confirma que la muestra está constituida por grupos equivalentes en su número de integrantes (N), y con niveles de rendimiento en ciencias iniciales estadísticamente similares. Aunque el G4 es el que presenta un mayor nivel de rendimiento en ciencias se puede observar en general que en los cuatro grupos dicho rendimiento es muy bajo, incluso pudiéndose ubicar en los subniveles 1c y 1b de los propuestos por PISA. Sin embargo el objetivo de estos niveles es servir de base para verificar el cambio de nivel dado después del proceso de intervención y las diferencias alcanzadas con respecto a los grupos control.

El pre-test desde la mirada de la evaluación diagnóstica

Además de su función para analizar el cambio del nivel de la competencia en ciencias, el pre-test sirvió como una evaluación diagnóstica que permitió reafirmar las debilidades de los estudiantes y ver otras que no se tenían previstas, convirtiéndose en una herramienta para orientar al docente, a entenderlas y visualizarlas (Sesento García, 2018). Profundizando en el análisis, se puede ver el comportamiento del grupo a intervenir (G1) en las distintas habilidades dentro de cada sub-competencia, verificando si las habilidades a desarrollar en la propuesta son las adecuadas o es necesario replantear alguna. En la figura 2 se muestra el nivel de cada sub-competencia, observándose que aunque el mejor resultado es para “Evaluar y diseñar la investigación

científica”, el rendimiento en las tres sub-competencias es muy bajo, enfocando así la intervención en actividades que promuevan la mejora en el rendimiento de las tres.

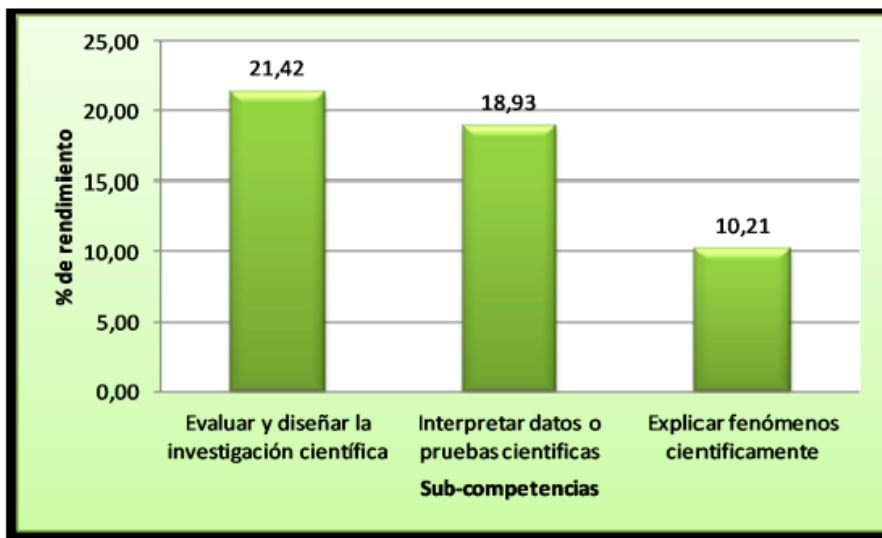


FIGURA 2
Rendimiento en ciencias de las Sub-competencias en G1

Desde el punto de vista de las habilidades o capacidades específicas (Figura 3), se puede observar que capacidades como la identificación de términos clave en la búsqueda de información científica, los procesos de recolección de datos y la identificación de variables dependientes e independientes, son las de mayor debilidad, por tanto deben tenerse en cuenta dentro del proceso de intervención en mayor proporción.

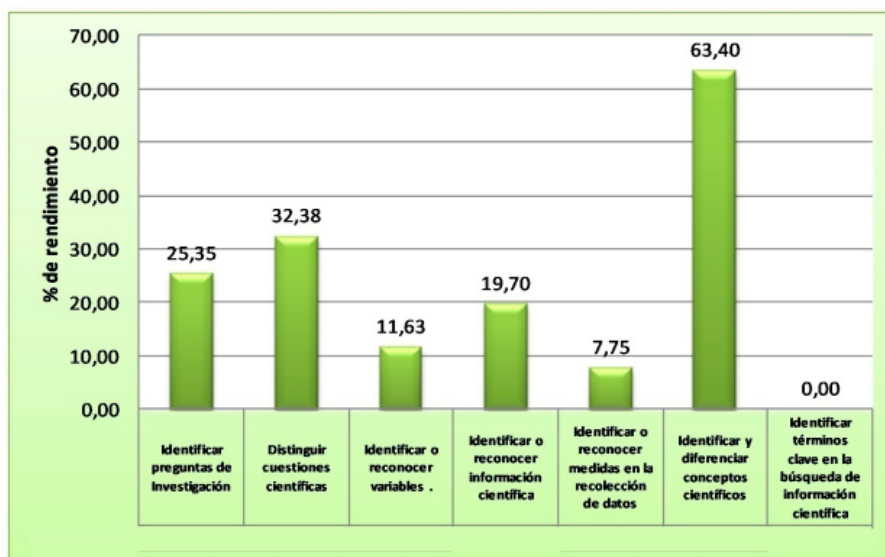


FIGURA 3
Rendimiento de algunas capacidades específicas en G1

Por otro lado entre las formas más comunes de abstracción y presentación de datos, se visibiliza que procesos como la interpretación de gráficas de ejes coordenados presentan mayor dificultad para los estudiantes (Figura 4).

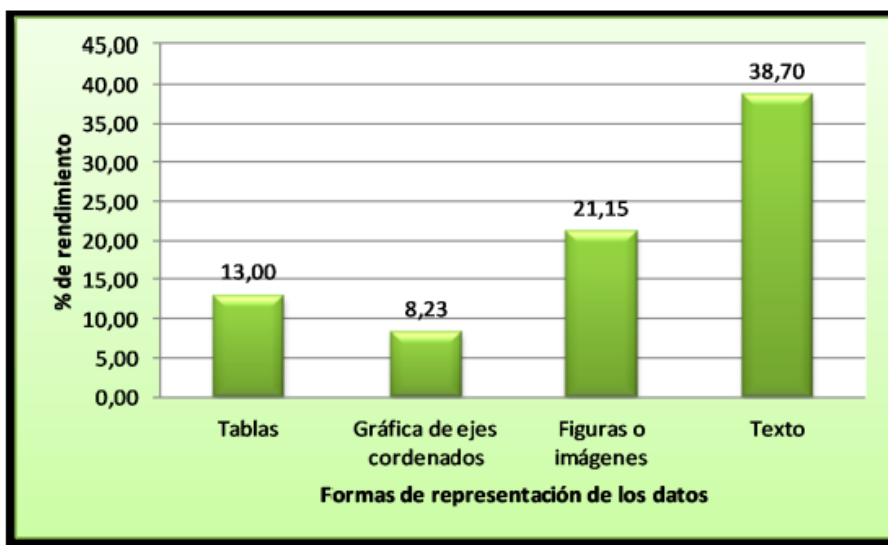


FIGURA 4

Rendimiento dado en las formas de representación de los datos en G1

Finalmente, se observa que los conceptos teóricos en los sistemas físicos son los de más bajo rendimiento (Figura 5).

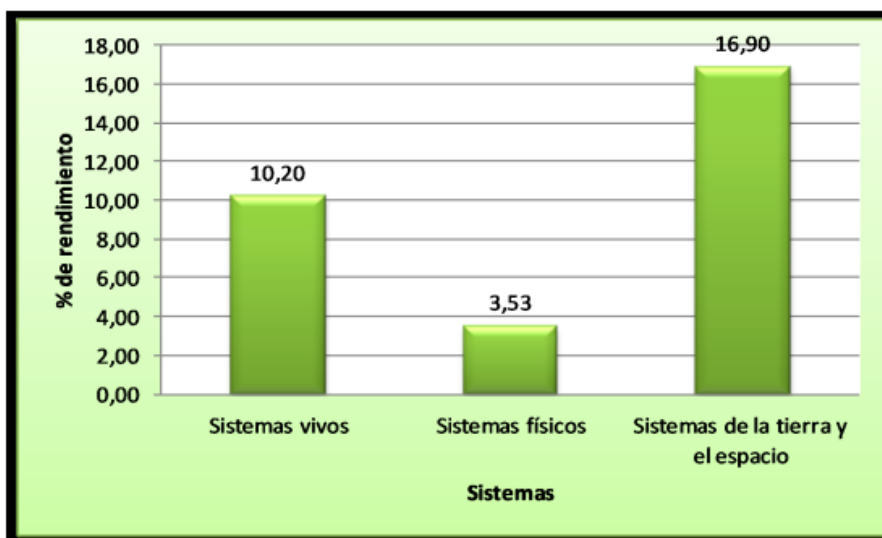


FIGURA 5

Rendimiento en ciencias en cada sistema en G1

Otro de los puntos analizados en el G1 fue el tipo de formato de la pregunta utilizado: elección múltiple, múltiple compleja y abiertas (Figura 6). El mayor % de respuestas incorrectas es debida a preguntas abiertas, lo que permite reafirmar las carencias que tiene el estudiante en el proceso de lectura, comprensión y argumentación, para lo que se lleva a cabo un análisis cualitativo de las respuestas, las cuales se clasificaron según 6 categorías (Tabla 3).

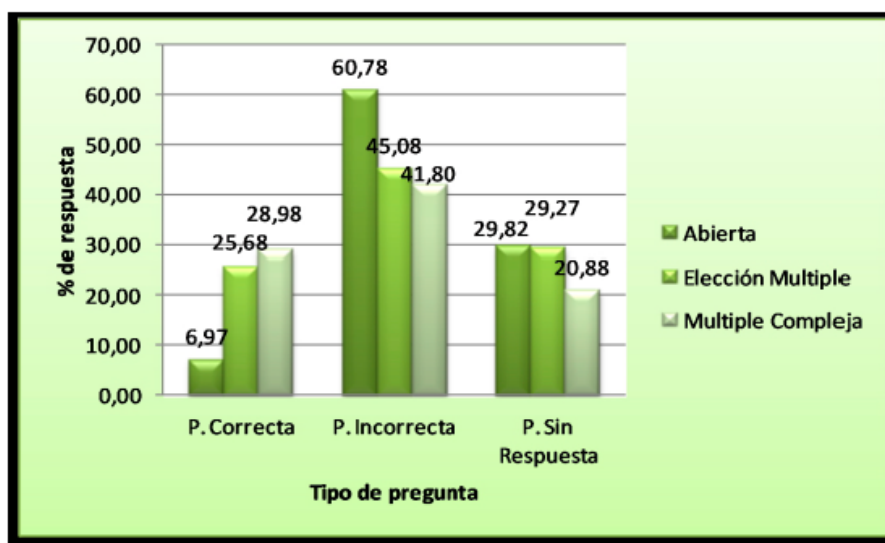


FIGURA 6
% de respuesta según el formato de la pregunta

TABLA 3
Categorías derivadas del tipo de respuesta abierta dada

Categoría	Explicación de la categoría	% obtenido
1.- Correcta	Respuesta que cumple con las condiciones puestas en la rúbrica dada por PISA	4,57
2.- Correcta Parcialmente	Respuesta que cumple parte de las condiciones de la rúbrica dada por PISA y con puntuación	4,81
3.- Incorrecta Coherente	Respuesta sin puntuación pero que indica que leyó el texto y su respuesta está estrechamente relacionada con él.	9,28
4.- Incorrecta Incoherente	Respuesta sin puntuación y cuya explicación implica falta de lectura del texto y sin conexión con él.	50,69
5.- No entendí	Respuesta literal: la frase "no entendí"	1,05
6.- Blanco	Espacio en blanco	29,82

Si bien Crujeiras y Jimenez-Aleixandre (2015) en su estudio con ítems PISA encontraron que sus estudiantes tenían bajos porcentajes de justificaciones en dos de tres ítems utilizados, en nuestro caso partiendo de esta categorización, se encuentra que la mitad de los estudiantes que respondieron las preguntas abiertas lo hicieron de manera errónea e incoherente, así mismo se suma un 30% entre estudiantes que no entendieron la pregunta o simplemente la dejaron en blanco, para un valor aproximado de 80% de estudiantes que reflejan con estas acciones un grado de comprensión lectora muy bajo que afecta los demás procesos: la comprensión, el análisis, la argumentación y a justificación, razón por la cual se enfatiza a lo largo de la línea de saberes la lectura y de donde parte la mayoría de los ejercicios. De esta manera una vez realizado el análisis del pre-test y detectado las dificultades más comunes en los estudiantes se da paso a la aplicación de la línea de saberes en el proceso de intervención.

Desarrollo de la intervención en la línea de Saberes

Para diagnosticar el nivel de comprensión lectora de los estudiantes intervenidos de grado octavo (G1) se realizó una actividad inicial mediante un ejercicio de lectura en voz alta evidenciándose que los estudiantes con puntajes bajos, representados por el 50% de la muestra, presentaban una lectura silábica no continua sin llegar a dar ninguna información acerca de lo leído reflejando un panorama crítico frente al nivel de lectura literal o nivel 1. Situación preocupante para estudiantes de este grado que deberían tener un nivel de lectura acorde a su desarrollo y que además presenta resultados muy por debajo de los reportados en las pruebas PISA 2018 para el país (OCDE, 2019a).

Saber-Saber: En consecuencia con lo anterior al desarrollar los primeros temas se observó en la mayoría de los estudiantes una gran resistencia a la lectura. Sin embargo, conforme avanzaban las sesiones se generó un proceso de adaptación y compromiso con la actividad que realizaban de manera más consciente. Otro de los aspectos que mejoró fue el tiempo empleado en la ejecución de la lectura y resolución de preguntas, disminuyendo considerablemente, observándose también una mayor facilidad por parte del alumnado para realizar preguntas cada vez más acordes al tema, que denotaban una mejor comprensión del texto y que propiciaban la discusión en el aula. Por este motivo, la extensión y complejidad de los textos fue en aumento. No obstante, al igual que lo propone Ferrés-Gurt (2017), se nota una gran confusión entre preguntas de información y preguntas de investigación, razón por la cual en el siguiente saber se trabajó dicha habilidad. Desde la clase de química se encontró un desconocimiento total en lo que es una variable y su distinción entre dependiente e independiente, sin embargo los ejercicios propuestos en torno al análisis de experimentos permitieron acercar al estudiante a dichos conceptos y sus diferencias. Este saber fue el que llevó más tiempo, mientras los estudiantes se adaptaban al proceso y desarrollaban las habilidades esenciales para poder avanzar en los siguientes niveles.

Saber-Hacer: Las actividades de comprensión y reflexión, a través de textos cortos donde se debe proponer la pregunta a la que responden, permitieron desarrollar un mejor nivel de lectura. En clase de química, desde el tema de las propiedades atómicas se inició la construcción de tablas y gráficas, encontrándose al igual que Berciano *et al.* (2015) como principales debilidades la ubicación de las variables en su eje respectivo, la elección de las escalas a utilizar y la ubicación de los datos. A medida que se veía mayor destreza y aptitud en el desarrollo de las actividades se aumentó el número de dígitos en los datos, el número de valores por variable y el número de variables, de modo que el nivel de análisis e interpretación de los datos y de elaboración de conclusiones fue aumentando progresivamente, observándose conclusiones cada vez más coherentes, relacionando las variables utilizadas con los datos, que dejaban ver el desarrollo de las habilidades propuestas.

Saber-Pensar: Desde biología los talleres trabajados en esta etapa vincularon además de la lectura, datos en tablas y gráficas, integrando así, los aprendizajes desarrollados en las dimensiones anteriores. Se observó que los estudiantes tomaban la información dada en las diferentes fuentes para argumentar sus ideas, sus actitudes y posturas con respecto al problema abordado. En este sentido coincidimos con Franco-Mariscal *et al.* (2017) que menciona que unas actividades muy cuidadosas de enseñanza-aprendizaje pueden promover el buen desarrollo de habilidades científicas en contextos adecuados, siendo en nuestro caso las actividades más significativas la que permitía relacionar los discursos dados por políticos que defienden el uso del glifosato y el análisis de investigaciones que dejan ver sus graves efectos (Anexo 6), actividad que conllevaba a desarrollar la capacidad para diferenciar cuestiones científicas de las que no lo son, y ver las características de una investigación.

En química, se profundizó en el enlace metálico y las aleaciones formadas entre el oro y el mercurio, conectándose con los procesos de explotación minera en Colombia. El taller planteado inicia con un video que contextualiza el problema y se continúa con la construcción de gráficas y conclusiones que llevan al estudiante a profundizar en la realidad del país. (Anexo 5). Desde el tema de reacciones químicas, se vincularon actividades de laboratorio poniendo en práctica la teoría iniciando con la recolección de datos

hasta la creación de las respectivas tablas y gráficas con sus conclusiones. En este nivel se observa una mayor facilidad por la lectura, relacionando fácilmente los temas trabajados con el problema propuesto y construyendo gráficas y tablas con mayor destreza y generando conclusiones coherentes con los datos dados.

Saber-Actuar: Finalmente y en la línea de la argumentación de Sales *et al.* (2015) coincidimos que de los problemas abordados, el estudiantes debía evaluar la información trabajada en clase y escoger los datos estadísticos más sólidos que le permitan construir un argumento que pueda discutirse dentro del núcleo familiar, llevándolos a comunicarlos a sus familiares, argumentando por qué se considera un tema importante en nuestro país y obteniendo como producto final la elaboración de un folleto. Los videos grabados a sus familiares, como prueba de su trabajo, dando sus puntos de vista sobre el problema propuesto fueron objeto de discusión que enriquecieron la clase y resultó muy importante para ellos al verse visibilizados en sus propios contextos. Se concluyó entonces, que este tipo de tareas y contextos donde se hace partícipe a las familias son las que generan más participación y mejores resultados en los alumnos.

Esta línea de saberes dejó ver una evolución significativa en el aprendizaje y desarrollo de competencias de los estudiantes intervenidos, sin embargo era preciso cuantificar que tan efectiva fue su aplicación, que se evaluó experimentalmente, verificando si los resultados eran debidos al proceso y no al azar, con miras a tener un sustento estadístico teórico que conlleven a una proyección y ejecución de la propuesta a nivel de formación de maestros.

Análisis Transversal de resultados en el Pos-test

Finalizado el proceso de intervención se puede visibilizar que las medias del rendimiento en ciencias en el post-test mejoraron significativamente (Tabla 4). Sin embargo es necesario verificar primero la veracidad de los datos. La prueba de Kolmogorov-Smirnov indica que solo el G2 presenta una distribución normal dado su valor de significancia superior a 0,05 por lo que se utiliza pruebas no-paramétricas para el análisis de los datos.

TABLA 4
Medias Pre-test y Postes de cada grupo

<i>Grupo</i>	<i>N</i>	<i>Medias Pre-test</i>	<i>Medias Pos-test</i>
G1	71	18,10	31,17
G2	51	18,12	22,44
G3	53	16,67	21,73
G4	59	21,03	24,86

Con la prueba H de Kruskal-Wallis para grupos independientes se obtiene un nivel de significancia de 0,000 que confirma que en este caso sí existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los rendimientos de los grupos estudiados y no son debidas al azar. Por tanto, se utiliza la prueba U-Mann-Whitney que con un valor inferior a 0,05 confirma, que G1 presenta diferencias en los niveles de rendimiento en ciencias estadísticamente significativas con respecto al resto de grupos y no son debidas al azar. Estas diferencias entre grupos se pueden apreciar en una prueba de rangos (Figura 7), donde las líneas claras marcan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos y las oscuras marcan equivalencia.

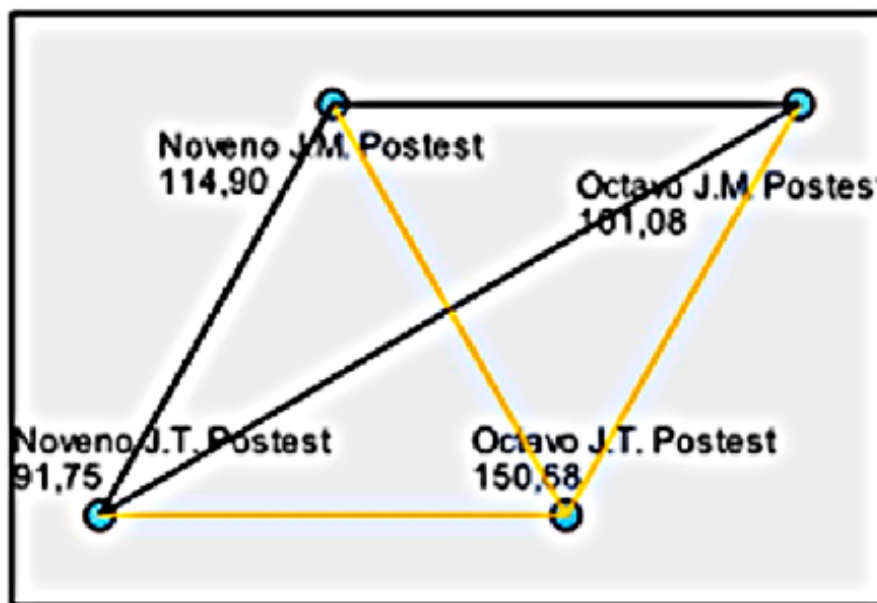


FIGURA 7
Diferencia de rangos entre el grupo intervenido y los observados.
Cada nodo muestra el rango promedio de muestra de grado

Para constatar si la intervención en G1 explica la diferencia entre los resultados de los grupos, se calcula el tamaño del efecto con la prueba g de Hedges, para muestras independientes con datos no paramétricos. Los valores de g (Tabla 5) muestran que el mayor efecto sobre G1 se presenta con respecto a G3, y contra G2 y G4 resultando en efecto mediano, lo que indica que el proceso de intervención sí tiene un efecto representativo en comparación al alcanzado por los grupos control.

TABLA 5
Resultados del análisis de la Prueba g de Hedges Intergrupos

Grupos	N	Media	Std. Desviación	g de Hedges	Efecto
G1	71	31,17	11,82	G1/G2 = 0,78	Mediano
G2	51	22,44	10,20	G1/G3 = 0,82	Grande
G3	53	21,73	10,88	G1/ G4 = 0,55	Mediano
G4	59	24,86	10,68	G3/G4 = 0,29	Pequeño

Interpretación (Cohen's, 1988): 0,2 Tamaño del efecto pequeño;
0,5 Tamaño del efecto Mediano; > 0,8 Tamaño del efecto Grande.

Análisis longitudinal

Mientras que en el pre-test el G1 tenía estadísticamente el mismo nivel de rendimiento en ciencias que los otros grupos, en el pos-test este rendimiento se incrementa significativamente. Con la prueba de Wilconxon, para datos no paramétricos, se determinó con una confianza del 95% de probabilidad que las diferencias entre el pre-test y el pos-test son estadísticamente significativas con un P-Valor inferior al nivel de significancia $\alpha = ,05$. Tal como se puede observar en la figura 8, la cual muestra que todos los grupos mejoraron su nivel de

rendimiento en ciencias, pero el G1 lo hizo notablemente, de modo que no se puede atribuir esa mejora al proceso de maduración de los grupos y el aprendizaje alcanzado durante el año escolar.

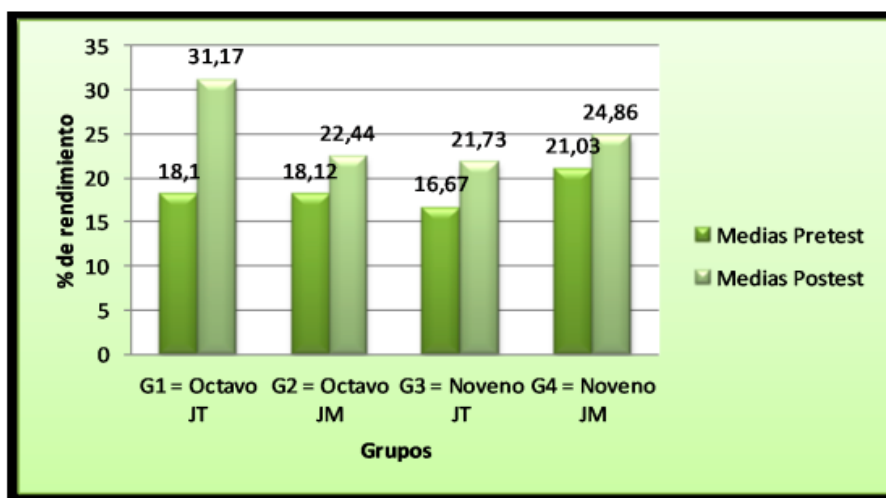


FIGURA 8
Nivel de rendimiento en ciencias del pre-test y pos-test en los 4 grupos

El incremento en el G1 fue de un 13,07% frente al 4% en promedio del resto de los grupos, a pesar de que los grupos G3 y G4 corresponden a alumnos de un año académico por encima de G1 y G2. Esta suposición se puede confirmar a través del cálculo de la potencia de la intervención con la prueba g de Hedges para muestras relacionadas con datos no paramétricos, asegurando estadísticamente que el proceso de intervención cumplió con su cometido. Los resultados (Tabla 6) muestran que el valor de $g = 1,12 > 0,8$ indica que el nivel de rendimiento en ciencias alcanzado del pre al pos-test es grande y debido al proceso de intervención, mientras que en los grupos control alcanzaron tamaños del efecto pequeños, es decir, que en su proceso normal de aprendizaje si bien tuvieron un mejor nivel de rendimiento en ciencias, éste no fue lo suficientemente potente como el alcanzado por G1.

TABLA 6
Resultados del análisis de la Prueba g de Hedges Intragrupos

Grupos	N	Media Pre-test	DS-Pre-test	Media Pos-test	DS-Pos-test	g de Hedges Pre-test/Pos-test	Efecto
G1	71	18,10	10,23	31,17	11,82	1,12	grande
G2	51	18,12	9,29	22,44	10,20	0,42	pequeño
G3	53	16,67	10,10	21,73	10,88	0,46	pequeño
G4	59	21,03	10,27	24,86	10,68	0,35	pequeño

Interpretación (Cohen's, 1988): 0,2 Tamaño del efecto pequeño; 0,5 Tamaño del efecto Mediano; > 0,8 Tamaño del efecto Grande. DS: desviación standard

Desde el punto de vista de cada sub-competencia los resultados presentan cambios sustanciales tal como se puede observar en la figura 9, donde la sub-competencia "Explicar fenómenos científicamente" fue la que mejor respondió al proceso de intervención y en donde es interesante ver que las tres competencias dejan de marcar las diferencias vistas en el pre-test para empezar a tener promedios muy cercanos en el pos-test, observándose un equilibrio en la intervención que permitió mejorar en cada sub-competencia y disminuir las brechas entre ellas.

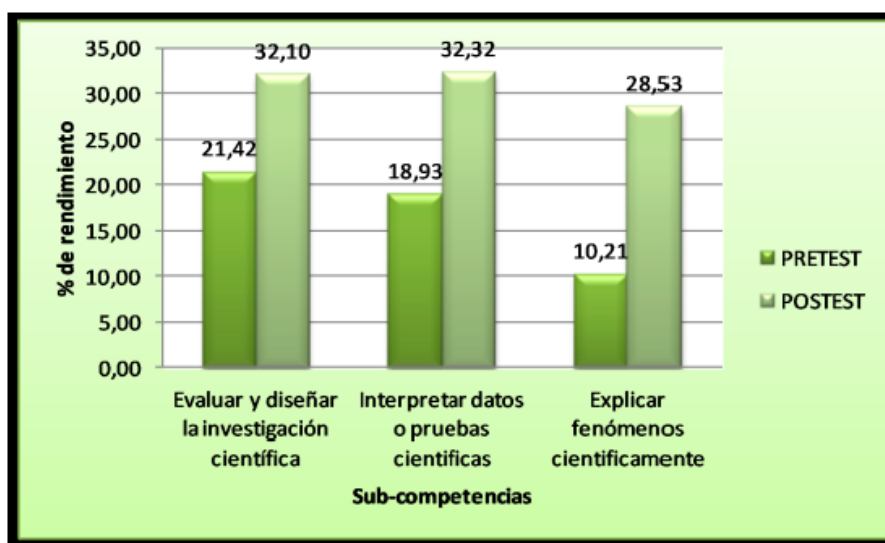


FIGURA 9

Rendimiento en ciencias de las Sub-competencias en G1 en el pre-test y pos-test

El análisis de los resultados muestra que el nivel de rendimiento en ciencias ha mejorado considerablemente en el G1, frente al resto de grupos, a pesar de tratarse de un grupo de grado inferior al de los grupos G3 y G4, demostrando así la efectividad de la intervención realizada y constatando la importancia de conocer y aplicar las habilidades que componen cada una de las Sub-competencias de las prueba PISA en una línea de saberes que permitieron ser más eficiente y mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje en el aula.

CONCLUSIONES

El enfoque por competencias es muy complejo de abordar pues exige un gran manejo y comprensión por parte del docente, sin embargo la línea de saberes propuesta se presenta como un camino en donde no solo se tiene en cuenta las dimensiones cognoscitivas de orden superior sino que inicia con las más básicas, para que sirvan como bases sólidas y faciliten el desarrollo de las más complejas.

Las habilidades científicas de PISA, son visibilizadas claramente desde sus ítems y por tanto estos se convierten en ejemplos tangibles de lo que se debe trabajar en clase tal como lo proponen Muñoz y Charro (2017b, 2018); motivo por el cual, se pasó a relacionar dichas habilidades con los temas del plan de estudio, en donde se era consciente que el desarrollo de competencias implica tiempo y numerosas actividades que fueron organizadas en tareas concretas y sencillas dentro de la línea de saberes, lo que en conjunto y a lo largo del año escolar se vio reflejado en los procesos realizados por los estudiantes y que se pudo constatar mediante el análisis estadístico, obteniendo un mejor nivel de rendimiento en la competencia científica en el grupo intervenido en comparación a los grupos control.

Entre las implicaciones didácticas, en primer lugar, podemos señalar que este tipo de estudios puede facilitar y servir de guía a los docentes que sienten la necesidad de diseñar actividades donde se explicita la conexión entre los distintos saberes y las diferentes sub-competencias que el alumnado debería alcanzar. En segundo lugar, las actividades a proponer deberían sustentarse en un diagnóstico inicial que permita conocer con exactitud las debilidades del alumnado y enfocarse en ellas. En tercer lugar, creemos que los ítems PISA pueden ser una herramienta muy valiosa tanto para el diagnóstico como para el diseño de actividades. En cuarto lugar, la importancia de secuenciar las actividades según el grado cognoscitivo requerido de los estudiantes, es de vital importancia para llegar a obtener buenos resultados. Y por último, el uso de contextos de interés socio-científico en las actividades diseñadas, preferiblemente aquellos asociados a su entorno y

realidad más próximos, conseguirá motivar al alumnado, el cual constatará la importancia del aprendizaje de las ciencias.

En conclusión, el diseño y secuenciación de actividades basadas en la línea de saberes y el conocimiento profundo y uso de los ítems PISA, permitirán al docente evaluar la evolución de la adquisición de la competencia científica en el alumnado, y sobre todo, centrar su quehacer en aumentar el grado de desempeño en aquellas sub-competencias con más bajo nivel de rendimiento.

MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexo 1. Estructura en cada Saber y actividades de los talleres en el tema de sistema nervioso humano en biología (pdf)

Anexo 2. Estructura en cada Saber y actividades de los talleres en el tema modelos y propiedades atómicas en química (pdf)

Anexo 3. Ejemplo de Actividad Saber-Saber (pdf)

Anexo 4. Ejemplo de Actividad Saber-Hacer (pdf)

Anexo 5. Ejemplo de Actividad Saber-Pensar – Química (pdf)

Anexo 6. Ejemplo de Actividad Saber-Pensar - Biología (pdf)

Anexo 7. Ítems utilizados en las Sub-competencias (SC), conocimiento (C: contenido, P: procedimental, E: epistémico), habilidades que evalúan, y tipo de pregunta (A: abierta, EM: elección múltiple, MC: múltiple compleja) (pdf)

REFERENCIAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301.
- Alcañiz, V. y Cervera, D. (2014). Evaluaciones Externas, mucho más que resultados. Una mirada centrada en PISA. *Avances en supervisión educativa*, 1-23. <https://doi.org/10.23824/ase.v0i21.84>
- Anderson, L. W. y Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for Learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman.

- Barquín, J., Gallardo, M., Fernández, M., Yus, R., Sepúlveda, M. y Serván M. (2011) Todos queremos ser Finlandia. Los efectos secundarios de PISA. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la sociedad de la información*, 12(1), 320-339.
- Berciano, A., Ortega, T. y Puerta, M. (2015). Aprendizajes de las Interpolaciones gráficas y algebraicas. Análisis comparativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 43-58.
- Blanco-Anaya, P. y Díaz, J. (2017). Análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 505-520.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Cognitive Domain*. Longman.
- Bravo, B. y Jiménez-Aleixandre, M. (2015). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación en ecología. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 19-25.
- Bos, M., Viteri, A. y Zoido, P. (2019). *PISA 2018 En América Latina. ¿Cómo nos fue en lectura?* Santiago de Chile: Centro de Información para la Mejora de los Aprendizajes (CIMA). <http://dx.doi.org/10.18235/0002039>.
- Bueno, A. (2009). *Problemática Contemporánea de la Educación Basada en Competencias*. Culiacan, Sinaloa: UNESCO.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Westport. CT 06881: Heinemann, 88 Post Road West, PO Box 5007.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(69), 21-34.
- Cingano, F. (2014). Trends in Income Inequality and its Impact on Economic Growth; OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No 163. OECD Publishing: París, <https://dx.doi.org/10.1787/5jxrjncwxv6j-es>
- Cordero, G. y Nassar, Y. (2013). Modelo Didáctico para la Aplicación del Enfoque por Competencias en la Formación de Licenciados en Ciencias de la Educación. *Revista Digital de Investigación Educativa*, 31-44.
- Crujeiras-Pérez, B. (2017). Análisis de las estrategias de apoyo elaboradas por futuros docentes de la educación secundaria para guiar al alumnado en la indagación. *Revistas Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 473-486.
- Crujeiras-Pérez, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2015). Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria: respuestas y justificaciones a ítems de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 385-401
- De Pro, A. (2012). Hacia la competencia científica. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 5-8.
- Drechsel, B. C. (2011). The role of content and context in PISA interest scales: A study of the embedded interest items in the PISA 2006 science assessment. *International Journal of Science Education*, 33(1), 73-95.
- España, E., Blanco, A. y Rueda J. (2012). Identificación de problemas de la vida diaria como contextos para el desarrollo de la competencia científica. En P. Membiela, N. Casado y M.I. Cebreiros (eds.). *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, Ourense: Educación Editora, 169-173.
- Fernández-March, A. (2011). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. *Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 11-34.
- Ferrés-Gurt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 410-426. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.09 <http://reuredc.uca.es>
- Franco-Mariscal, A., Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2017). Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas. Utilización del marco de PISA en un contexto relacionado con la salud. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14, 38-53.
- Franco-Mariscal, A., Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 649-667. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1346>.

- Gallardo-Gil, M., Fernández-Navas, M., Sepúlveda-Ruiz, M.-P., Serván, M.-J., Yus, R. y Barquín, J. (2010). PISA y la Competencia Científica: un análisis de las pruebas de PISA en el área de ciencias. *Relieve. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 16(2), 1-17. <http://www.redalyc.org/pdf/916/91617139006.pdf>
- García-Rodeja, I., Silva, E. y Sesto, V. (2020). Competencia de estudiantes de secundaria para aplicar ideas sobre el funcionamiento de los ecosistemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 67-85.
- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias y de otras áreas de conocimiento? *Revista de Educación*, número extraordinario, 295-311. <https://roderic.uv.es/handle/10550/54165>
- González-Rodríguez, L. y Crujeiras-Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 143-160.
- Gott, R. y Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791-806.
- Hess, D. (2009). *Controversy in the classroom: The democratic power of discussion*. New York, USA: Routledge.
- Holbrook, J. y Rannikmae, M. (2007). Nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362. <https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Holbrook, J. y Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Indepaz (2021). *Instituto de estudios para el desarrollo y la paz*. Recuperado el 04 de 02 de 2021, de Informe de masacres en Colombia durante el 2020-2021: <http://www.indepaz.org.co/>
- Joglar-Campos, C. (2015). Elaboración de preguntas científicas escolares en clases de biología: aportes a la discusión sobre las competencias de pensamiento científico desde un estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 205-206. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1838>.
- Lau, K. C. (2009). A critical examination of PISA's assessment on scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 7(6), 1061-1088. <https://doi.org/10.1007/s10763-009-9154-2>
- Marzano, R. y Kendall, J. (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, California, EE.UU.: Corwin Press.
- Muñoz, J. y Charro, E. (2018). La Interpretación de Datos y Pruebas Científicas vistas desde los Ítems liberados de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2101. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2101.
- Muñoz, J. y Charro, E. (2017a). Los ítems PISA, una herramienta para la identificación de las competencias científicas en el aula. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 1(1), 106-122. <http://dx.doi.org/10.15658/rev.electro.n.educ.pedagog17.09010107>
- Muñoz, J. y Charro, E. (2017b). Los Ítems PISA como herramienta para el docente en la identificación de conocimientos y habilidades científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 317-338. <http://hdl.handle.net/10498/19220>
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- OCDE (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo : Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar*. París: OCDE Publishing.
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. París: OCDE Publishing.
- OCDE (2019a). *PISA 2018 Results (Volumen I): What Students Know and Can Do, PISA*. OCDE Publishing: París, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- OCDE (2019b). *PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed, PISA*, OCDE Publishing, París: <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>.

- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What “Ideas-about-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 265-279.
- Parchmann, L. (2009). Chemie im Kontext: One approach to realize science standards in chemistry classes? *Educació Química EduQ*, 2, 24-31.
- Paz-Cardona, A. (2021). *Las deudas ambientales de Colombia en 2020: defensores asesinados, más deforestación y la polémica sobre el glifosato*. <https://es.mongabay.com/2021/01/balance-deforestacion-asesianto-lideres-colombia-2020/>
- Perrenoud, P. (2008). Construir las Competencias, ¿es darle la espalda a los saberes? *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, 6(2), 1-8.
- Postigo, Y. y Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje. Journal for the Study of Education and Development*. 23(90), 89 - 110. <http://dx.doi.org/10.1174/021037000760087982>
- Sales, E., Freire, O., y Greca, I. (2015). La enseñanza de la gravitación universal de Newton orientada por la historia y la filosofía de la ciencia: una propuesta didáctica con un enfoque en la argumentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 33.1, 205-223.
- Sánchez, J. G., González, F. M. y Sande, P. M. (2019). Reflexiones a partir del informe PISA 2018 en Colombia: por una agenda para la mejora de la calidad. *Cultura Educación y Sociedad*, 10(2), 7-8.
- Schalk, H. H. y Schee, J. A. (2008) The use of concepts of evidence by students in biology investigations: Development research in preuniversity education. In the nature of research in biological education: Old and new perspectives on theoretical and methodological issues. *A selection of papers presented at the VIIth Conference of European Reserchers in Didactics of Biology (ERIDOB)*, Zeist, The Netherlands, 279-296.
- Sesento García, L. (2018). La evaluación diagnóstica y su importancia en la docencia universitaria. *Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo (Septiembre)*, En línea: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/09/evaluacion-diagnostica-docencia.html/hdl.handle.net/20.500.11763/atlante1809evaluacion-diagnostica-docencia>.
- Solar, H., Deulofeu, J. y Azcárate, C. (2015). Competencia de la modelización en interpretación de gráficas funcionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 191-210.
- Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. *Talca: Proyecto Mesesup*, 1, 1-15.
- Webb, N. (2002). *An Analysis of the Alignment Between Mathematics Standards and Assessments for Three States*. Madison: Wisconsin Center for Education Research.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Muñoz J, y Charro E. (2023) El desarrollo de Competencias Científicas a través de una línea de saberes: Un análisis experimental en el aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(2), 2101. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2101