

Fortalecimiento de Competencias Científicas

La Investigaci3n como
Estrategia Pedag3gica

HOP Volumen 19 #2 julio - diciembre

Strengthening of scientific skills:
The research as a pedagogical strategy



Cesar Augusto **Hernandez Suarez**



hop19



IBEROAMERICANA
CORPORACI3N UNIVERSITARIA

**HORIZONTES
PEDAG3GICOS**
ISSN-I: 0123-8264 | e-ISSN: 2500-705X

Publicaci3n Semestral

ID: 0123-8264.hop.19205

Title: Strengthening of scientific skills

Subiitle: The research as a pedagogical strategy

Título: Fortalecimiento de Competencias Científicas

subtítulo: La Investigación como Estrategia Pedagógica

Alt Title / Título alternativo:

[en]: The research as a pedagogical strategy in the strengthening of scientific skills

[es]: La Investigación como Estrategia Pedagógica para el Fortalecimiento de Competencias Científicas

Author (s) / Autor (es):

Hernandez Suarez

Keywords / Palabras Clave:

[en]: research; skills and competences; inquiry; understanding; explanation

[es]: investigación; competencia; indagación; comprensión; explicación

Submitted: 2017-04-10

Accepted: 2017-08-15

Resumen

El tema del artículo es la Investigación como Estrategia Pedagógica (RPS/IEP) aplicada en un proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de química con estudiantes de media académica de la Institución Educativa Marcos García Carrillo de Bochalema. El objetivo de la investigación fue evaluar el impacto en el fortalecimiento de competencias científicas de Química usando la investigación como estrategia pedagógica (IEP) implementación aplicando una metodología cuantitativa cuasi-experimental.

Se realizó la comparación del nivel de competencias científicas: uso comprensivo del conocimiento científico, indagación y explicación de fenómenos, antes y después de la aplicación de la estrategia concluyendo que ésta fortalece las tres competencias científicas en mención, aprobando la hipótesis de investigación mediante la prueba estadística de t-student. Además, se logró identificar los desempeños de los estudiantes relacionados con las competencias científicas durante el proceso implementado.

Abstract

Which is the impact of strengthening and improve the scientific skills in the teaching-learning process of Chemical? In this manuscript, is shared the way how can use of the research as a pedagogical strategy (RPS/IEP), works with students of the middle school in the educative institution: Marcos García Carrillo at Bochalema county. Under a quantitative and quasi-experimental methodology, this research compares the scientific skills level across the scientific knowledge, inquiries, and phenomenon explanations, and takes this from two moments: before and after of the application of the pedagogical strategy.

In conclusion, these competencies can be strengthening and improved as was be proved by the T-Student test. In fact, the research identified the student performance over their scientific skills around the followed process.

Lic Cesar Augusto **Hernandez Suarez**, [Dr] MEd sp

Research ID: [G-8306-2018](#)

ORCID: [0000-0002-7974-5560](#)

Source | Filiacion:

Universidad Francisco de Paula Santander

BIO:

Director Grupo de Investigación en Pedagogía y Practicas Pedagógicas - GIPEPP
Coordinador de Practicas Pedagógicas
Docente Departamento de Pedagogía, Andragogía, Comunicación y Multimedia.
Universidad Francisco de Paula Santander

City | Ciudad:

Cucuta [co]

e-mail:

cesaraugusto@ufps.edu.co

Citar como:

Hernandez Suarez, C. A. (2017). Fortalecimiento de Competencias Científicas: La Investigación como Estrategia Pedagógica. *Horizontes Pedagógicos*, *issn-I:0123-8264*, **19** (2), 91-100. Obtenido de: <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/1205>

Fortalecimiento de Competencias Científicas

La Investigación como estrategia pedagógica

Strengthening of scientific skills: The research as a pedagogical strategy

Cesar Augusto **Hernandez Suarez**

Contexto general

El propósito de la investigación fue evaluar el impacto en el fortalecimiento de competencias científicas de Química usando la *Investigación como Estrategia Pedagógica* (en adelante *IEP*) con estudiantes de grado décimo educación media académica de la *Institución Educativa Marcos García Carrillo* del Municipio de Bochalema, Norte de Santander - Colombia. En la actualidad se hace necesaria la implementación de estrategias didácticas innovadoras y motivadoras que potencien las habilidades individuales de los y las estudiantes desde un rol en un trabajo colaborativo y les permitan alcanzar aprendizajes significativos, aprovechando las tecnologías de la información y la comunicación. Partiendo desde este punto, la *IEP* constituye una alternativa viable para implementarse en el aula de clase y que lleva a la consecución de las características mencionadas anteriormente como una práctica transformadora.

Los resultados de la investigación aportan a nivel institucional en la resignificación del componente pedagógico del Proyecto Educativo Institucional (PEI), en la definición de estrategias constructivistas innovadoras que contribuyen a la articulación de los diferentes niveles de formación con la media académica y en la estructuración de metodologías de inclusión de desarrollo de competencias generales en las diferentes áreas del conocimiento incluidas en el plan de estudios para la formación integral bachilleres académicos. Además, la investigación en el aula aporta a la práctica del método científico, en la que el estudiante tiene el espacio de analizar un problema, identificar sus variables, conjeturar sobre sus relaciones, proponer supuestos, experimentar y concluir contrastando sus resultados con teorías, ofreciendo así, un escenario para la verificación de saberes, aspecto que despierta interés y motivación, clave para alcanzar un aprendizaje significativo.

El estudio realizado suministra herramientas de enseñanza de la Química basadas en el enfoque constructivista aplicables en las prácticas educativas de otras instituciones con modalidad técnica, dando de esta manera un

impacto positivo en el campo educativo regional. Otro impacto de la presente investigación es la contribución a la investigación pedagógica formativa como una herramienta del fortalecimiento de las habilidades profesionales docentes aplicando estrategias innovadoras para la formación de ciudadanos críticos que contribuyan a un desarrollo social.

La Institución Educativa Marcos García Carrillo se ubica en el centro poblado del corregimiento de la Don Juana, del Municipio de Bochalema, Norte de Santander, actualmente ofrece Educación en los ciclos de Educación Básica Primaria, Básica Secundaria y Media Académica. La misión de la Institución Educativa es ofrecer a la comunidad un ambiente escolar agradable en cada nivel que ofrece estimulando el interés por el conocimiento y desarrollo de competencias científicas, tecnológicas, artísticas, humanísticas, investigativas, comunicativas, ciudadanas y recreativas para la transformación de su entorno con responsabilidad social y ambiental mejorando la calidad de vida en su familia y comunidad.

La Institución Educativa se encuentra en un proceso de resignificación de Proyecto Educativo Institucional (PEI) en todos sus componentes, en el caso del componente pedagógico reformulando su plan de estudios teniendo en cuenta los estándares de competencias establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MinEducación), los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y el modelo pedagógico establecido en el PEI, el constructivismo.

Competencias científicas

Se ha concluido durante este proceso que se hace necesario el fortalecimiento en las diferentes áreas del conocimiento para apoyar el desarrollo de competencias científicas para formar en un ámbito de calidad integralmente bachilleres. Dentro de las áreas a fortalecer se encuentra Ciencias Naturales, y las asignaturas que hacen parte de ésta, Química y Física. Tanto para la formación de las competencias científicas, como para la superación de las dificultades de aprendizaje que se presentan en la enseñanza de la Química se necesita aplicar estrategias de enseñanza-aprendizaje transformadoras como lo afirman Oñorbe y Sánchez (1996): la metodología de enseñanza empleada habrá de tener presente las dificultades supuestas por los alumnos si se quiere incidir positivamente en el proceso de aprendizaje de la «resolución de problemas». La habilidad para resolver problemas está directamente relacionada con las competencias generales del área: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación.

Las exigencias de cambio a la formación para el trabajo dentro de la institución educativa es de mucha trascendencia: se refieren a las estructuras de trabajo, al conocimiento que sustenta la productividad, al papel cada vez mayor de las regiones y localidades en el desarrollo de los países, a nuevas formas de vincular al sistema escolar con el mundo del trabajo para la producción, a la codificación y la transferencia del conocimiento socialmente útil, a la constitución de nuevos tipos de demandantes de una formación más sistemática y continua para el trabajo; al destino y la identidad de los jóvenes (De Ibarrola, 2002). Desde el punto de vista anterior se debe realizar una transformación en las prácticas educativas iniciando por la aplicación de estrategias innovadoras en el aula, tendientes a la construcción de aprendizajes significativos que contribuyan en el proyecto de vida de los estudiantes, y que redunde en el desarrollo social de la región de influencia de la comunidad educativa.

IEP, Investigación como estrategia pedagógica

A partir del anterior planteamiento se establece la siguiente formulación: ¿Cuál es el impacto de la *Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP)* en el fortalecimiento de competencias científicas en Química con estudiantes de grado décimo de educación media académica en la Institución Educativa Marcos García Carrillo del municipio de Bochalema, Norte de Santander-Colombia?

Dentro de los antecedentes internacionales indagados para la soportar el proyecto de investigación se encuentran: Quintanilla y colaboradores (2010) con su investigación *resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio?* y Martínez Rivera (2010) en su tesis de maestría titulada: *Implementación de estrategias didácticas para apoyo a la asignatura química II*.

Como parte de los antecedentes nacionales de la investigación se encuentran: Yépez (2015) quien plantea un estudio titulado *“Aprendizaje de gases desde el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas de descripción y explicación”* realizado en el colegio Marsella IED de Bogotá, en el marco del desarrollo de la Práctica Profesional Docente del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; también Vásquez, Becerra e Ibáñez (2014) con su estudio: *la investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas*; así mismo, Mariles Mora (2012) quien plantea *el seminario como fuente de aprendizaje cooperativo en el desarrollo de las ciencias biológicas*; Hamad (2009) en el marco de la maestría en Educación de la Universidad Externado de Colombia *“Caracterización del estado de pensamiento abductivo en estudiantes de grado décimo del Colegio Agustino Ciudad Salitre en la asignatura de Química”*; Camelo, Rodríguez y Santiesteban (2007) con el artículo *“Ideas previas, un constructo indispensable en el diseño de situaciones de aula: un ejemplo en ciencias”*; Maldonado Granados y colaboradores (2007) quienes llevaron a cabo una investigación titulada de tipo exploratorio y descriptivo: *Visibilidad y Desarrollo Científico ¿Quién es quién en investigación en la UNAD?*; Pérez, Gallego y Torres (2005) en su trabajo de investigación: *Las competencias interpretar, argumentar y proponer en química, un problema pedagógico y didáctico*; y finalmente Villareal y colaboradores (2005) en su proyecto de Investigación: *Incorporación de NTIC en prácticas de laboratorio de química desde la enseñanza y aprendizaje por investigación*.

La investigación como estrategia pedagógica se plantea desde la teoría constructivista, se tomaron posturas importantes como las de Coll y colaboradores (1993) y, Serrano y Pons (2011) y el modelo constructivista social a partir de la concepción de Carretero (1997).

En relación con las investigaciones relacionadas como antecedentes se concluye que el uso de métodos participativos con una metodología científica, en las prácticas de aula en el desarrollo de las actividades de laboratorio propician situaciones de aprendizaje que promueven la adquisición de conocimientos y habilidades, considerando los aspectos cognoscitivos y afectivos del trabajo científico, contribuyendo a la formación científica de los estudiantes. La investigación como estrategia pedagógica fue una estrategia exitosa en la formación investigativa de los estudiantes, con la conformación de grupos de investigación a través de la de redes y comunidades de aprendizaje lo que conduce a que los estudiantes se proyecten en lo personal, lo académico, lo investigativo y que generen diferentes competencias para su ejercicio profesional. Los resultados obtenidos evidenciaron que los modelos basados en investigación permiten replantear las prácticas educativas de enseñanza y aprendizaje de

la Química favoreciendo el desarrollo de competencias. Además, favorece la transformación epistemológica, didáctica y pedagógica, y su convencimiento de que esa transformación ha de irradiar a toda la institución y no solo en un área de conocimiento como son las ciencias naturales.

Otros autores importantes que aportan a la investigación, específicamente sobre estrategias de enseñanza de la química, son:

Galiano (2009) quién en su tesis doctoral determina estrategias de enseñanza de la química presentes en la formación inicial de profesores, mediante la identificación del conocimiento, la investigación, el análisis de las normativas, estructura curricular y recomendaciones oficiales, y el conocimiento de la formación y/o capacitación que poseen los docentes de profesorado sobre estrategias de enseñanza – aprendizaje de química.

Onno De Jong (1990) que estudia las estrategias que los estudiantes utilizaron para resolver problemas de química, utilizando entrevista y las respuestas escritas que los estudiantes dan a los problemas que se resuelven en grupos cooperativos; Además, De Jong (1990) expone y analiza los problemas de enseñanza y aprendizaje, para elucidar los antecedentes de estas dificultades y para desarrollar y evaluar dos nuevos enfoques en la educación química: protocolos de discusión durante sesiones de aula y de laboratorio y el enfoque de investigación de desarrollo, que pueden contribuir a la mejora de las prácticas del salón de clase/laboratorio de química y de la formación de maestros de química.

Caamaño (2011) quién afirma que la enseñanza de la química debería conseguir integrar contextualización, indagación y modelización como procesos imprescindibles en el aprendizaje de la competencia científica; para conseguir una enseñanza de la química más significativa y relevante.

Por su parte, Meroni, Copello y Paredes (2015) identifican prácticas innovadoras donde se recoge un variado elenco de actividades para contextualizar la enseñanza de la química, que en algunos casos se trata de verdaderos problemas de investigación centrados en lo cotidiano. Se valora el carácter innovador de estas prácticas en los centros y su permanencia y futuro.

Ídem, Jiménez Lizo y De Manuel (2009) señalan que la química cotidiana parece estar recibiendo una amplia aceptación por el profesorado de los diferentes niveles educativos (incluido el universitario) y se manifiesta como una novedosa e innovadora mejora de la educación científica. Además, se anima a los docentes de Química a trabajar en propuestas más próximas a lo cotidiano o problematizándolas más con el objetivo de que la motivación del alumnado crezca al aprender y no al observar fenómenos que no comprenden.

Igualmente, Bowen (1994) ofrece una visión general en la investigación de la enseñanza de la química, acerca de la utilización de los métodos de la entrevista y del protocolo “pensar en voz alta”, y aprender sobre el pensamiento del estudiante escuchando sus explicaciones y discusiones con respecto a las tareas de la química

De esta manera, los autores mencionados ratifican sobre la importancia de la investigación de prácticas de aula contextualizadas de la enseñanza de la química que promuevan la indagación, la modelación, la comprensión de fenómenos cotidianos, características que se optimizan con la aplicación de la investigación como estrategia pedagógica.

Metodología

La metodología de la investigación es de naturaleza cuantitativa de tipo experimental, basados en los conceptos de (Arias, 2006) que plantea que es una investigación netamente explicativa, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Se manipuló la variable independiente, la investigación como estrategia pedagógica en la enseñanza de la química para observar el fortalecimiento de competencias científicas que corresponde a la variable dependiente. Se puede establecer que dentro de la investigación cuantitativa de tipo experimental el estudio se enmarca en la cuasi-experimental porque se tiene un moderado control sobre las variables de estudio, a causa de la falta de aleatoriedad en la asignación de participantes en los tratamientos.

Tanto la población como la muestra estuvo conformada por **18** estudiantes de grado decimo de educación media académica de la sede principal de la Institución Educativa Marcos García Carrillo de Bochalema, Norte de Santander - Colombia.

La hipótesis de investigación fue: “*La Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP)* fortalece las competencias científicas de Química en los estudiantes de grado décimo”. Desde esta hipótesis planteada se establece como variable independiente la incorporación de la investigación como estrategia pedagógica en el proceso enseñanza-aprendizaje de Química, y como variable dependiente el fortalecimiento de competencias científicas en Química: uso comprensivo del conocimiento científico, indagación, explicación de fenómenos.

Actividades del estudio

Diagnóstico del nivel de competencias científicas en química

Se aplicó un instrumento diagnóstico, posteriormente se realizó el análisis estadístico para concluir sobre el nivel de competencias científicas.

Identificación de los indicadores de desempeño de los estudiantes a partir de la incorporación de la estrategia didáctica IEP en la asignatura Química

La estrategia se aplicó en torno al tema contaminación orgánica del agua: dureza, alcalinidad, acidez, carbohidratos, sólidos totales y grasas y aceites. Se distribuyeron por equipos de trabajo y cada equipo realizó la investigación sobre el subtema de la contaminación orgánica del agua. En esta etapa se aplicó el segundo instrumento que es un instrumento de observación, que tiene como objetivo determinar los desempeños relacionados con las competencias científicas de los estudiantes durante la aplicación de la estrategia.

La estrategia se desarrolló con los estudiantes en sesiones:

Sesión 1: Pregunta de investigación, formulación de hipótesis, determinación de grupos temáticos. La pregunta de partida de la investigación fue: ¿Cuál es la calidad fisicoquímica de la fuente “Agua Negra” que surte al Centro Poblado del Corregimiento de la Donjuana? Inicialmente cada equipo propuso una hipótesis que surgió de los conocimientos sobre el tipo de actividades

humanas que se observan alrededor de la fuente de agua. Cada equipo socializó su hipótesis. Al finalizar se descartaron varias, y a partir de las no descartadas, se construyó la siguiente: La calidad fisicoquímica del agua de la fuente “Agua Negra” es deficiente debido a la contaminación proveniente de residuos orgánicos.

Sesión 2: Indagación de experimentación para comprobación de hipótesis: Cada equipo indagó usando las tabletas los protocolos de experimentación para la comprobación de la hipótesis formulada, se priorizaron mediante un ejercicio de socialización 6 pruebas. Se distribuyó las pruebas a cada equipo, y así se continuó con el proceso de indagación, cada equipo con una prueba específica. Los estudiantes indagaron utilizando herramientas en la web como: *Youtube* y *Google académico*.

Sesión 3: Exposición de protocolos de experimentos formulados: Cada equipo expuso ante sus compañeros el protocolo experimental de la prueba a realizar, identificando las variables y materiales.

Sesión 4: Sensibilización sobre normas de bioseguridad en el laboratorio de Química: Este punto fue realizado por la docente con el objetivo de conocer las normas de bioseguridad antes de la ejecución de cada experimento para garantizar la seguridad física de los estudiantes y el control de procesos experimentales en el laboratorio.

Sesión 5: Salida de campo, recolección de muestras de agua en la fuente “Agua Negra”: Se realizó el desplazamiento de los estudiantes para la recolección de las muestras de agua, previamente los estudiantes también indagaron el protocolo de recolección de muestras de agua para análisis fisicoquímico.

Sesión 6: Experimentación análisis muestras de agua: Cada equipo prosiguió en la aplicación del protocolo de experimentación indagado. Además, realizaron indagación en las tabletas para el análisis de resultados y emisión de conclusiones.

Sesión 7: Exposición de resultados de experimentación. Comunicación oral de conclusiones. Elaboración de conclusiones a partir de pregunta e hipótesis formulada: Cada equipo expuso ante sus compañeros los resultados y conclusiones. Al terminar se integraron conclusiones y se concluyó que el agua que surtía al corregimiento era de aceptable calidad, en cuanto a la ausencia de un índice considerable de contaminación orgánica rechazando de esta manera la hipótesis formulada. Para realizar la divulgación de los resultados obtenidos los estudiantes diseñaron carteleras que se expusieron a nivel institucional y se realizó la grabación de un video con el fin de dar a conocer a la comunidad los resultados.

La docente que dirigió la estrategia actuó como acompañante en los siete pasos, realizando motivación y orientando a los estudiantes para el logro del objetivo de la investigación.

Comparación el nivel de competencias científicas en los estudiantes después de la implementación de la IEP con el nivel inicial

En esta fase final se realizó la evaluación del nivel de competencias científicas (Explicación, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico) aplicando un instrumento final. Se realizó el análisis estadístico usando el programa Excel, haciendo la prueba de *T-Student* para comparación de medias con el objetivo de aceptar o rechazar la hipótesis de investigación.

Instrumentación

Se usaron tres instrumentos de recolección de datos: un instrumento diagnóstico, una matriz de observación y un instrumento final:

El instrumento diagnóstico fue diseñado por los autores y constó de **30** reactivos de opción múltiple, con **10** reactivos para evaluar la competencia explicación de fenómenos, **10** para la competencia indagación, y **10** la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. Se calculó el índice biserial puntual como prueba de correlación para cada reactivo con el objetivo de determinar la validez del instrumento, esto permitió la eliminación de reactivos no válidos generando así un instrumento con **15** preguntas, que se usó como instrumento final.

La matriz de observación que tenía como objetivo observar los desempeños de los estudiantes durante la aplicación de la **IEP**. Se seleccionaron los desempeños sugeridos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia en el documento de los estándares básicos de competencias de Ciencias Naturales: “...*me aproximo al conocimiento como científico(a) natural*”. (MinEducación, 2006, pág. 22)

El instrumento final se construyó a partir del instrumento **1** y constó de **15** reactivos de opción múltiple, con **5** reactivos para evaluar la competencia explicación de fenómenos, **5** para la competencia indagación, y **5** la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Resultados

Los resultados se observan en los siguientes Gráficos producto de un análisis estadístico:

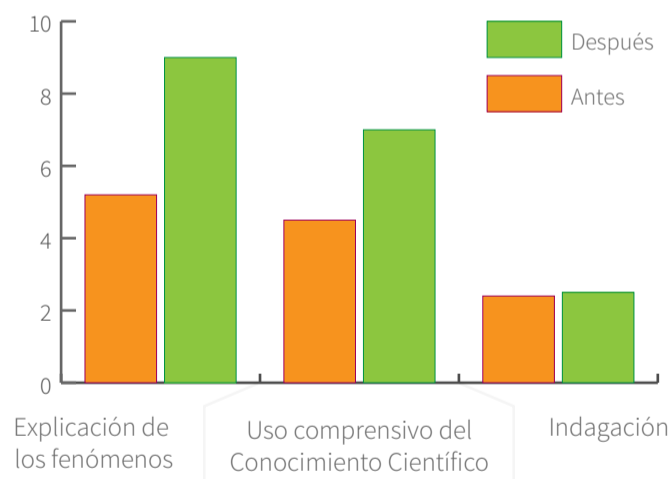


Gráfico 1. Comparación de promedios de aciertos en cada competencia antes y después IEP

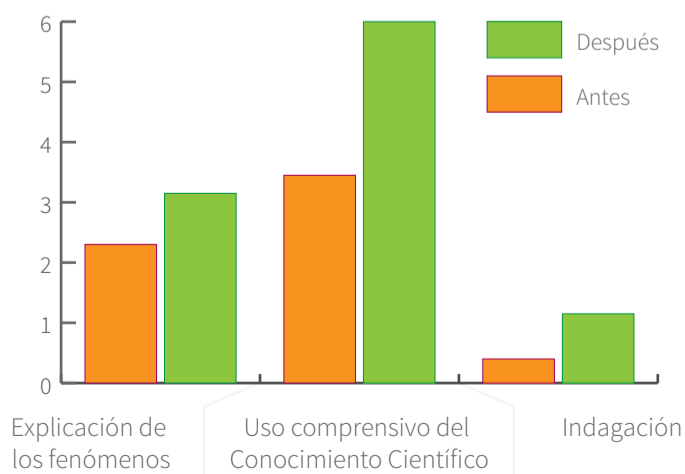


Gráfico 2. Comparación de desviación estándar en cada competencia antes y después de IEP.

Tabla 1 Prueba de T-Student comparación de medias antes y después de la IEP

	Antes IEP	Después IEP
Media	4	5.86666667
Varianza	7.71428571	24.8380952
Observaciones	15	15
Coefficiente de correlación de Pearson	0.4128145	
Diferencia hipotética de las medias	1	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	-2.415665	
P(T<=t) una cola	0.01497794	
Valor crítico de t (una cola)	1.76131014	
P(T<=t) dos colas	0.02995589	
Valor crítico de t (dos colas)	2.14478669	

Fuente: elaboración propia

Discusión

Los resultados del cálculo estadístico del coeficiente de correlación permiten la discriminación de reactivos no válidos para la evaluación de la competencia. Se observa según los resultados del diagnóstico un promedio mayor de aciertos en la competencia explicación de fenómenos, que se relaciona con la capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos, que den razón de fenómenos. En orden de promedio de forma descendente sigue la competencia uso comprensivo de conocimiento científico que está íntimamente relacionada con la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos de las ciencias en la solución de problemas. El menor promedio de aciertos se observa en la tercera competencia indagación que se relaciona con la capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados, para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas. Concluyendo el mejor desempeño de los estudiantes se observa en la competencia científica explicación de fenómenos y un desempeño menor en la competencia Indagación.

Observando la desviación estándar se establece una desviación mayor en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico seguida en orden descendente en la competencia explicación de fenómenos y una menor desviación en la competencia indagación. Esto indica que los estudiantes muestran una mayor homogeneidad en la competencia indagación y una menor homogeneidad en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

A partir de los datos obtenidos del instrumento lista de chequeo durante el desarrollo de la estrategia **IEP** se realiza el siguiente análisis (Ver Gráfico 3):

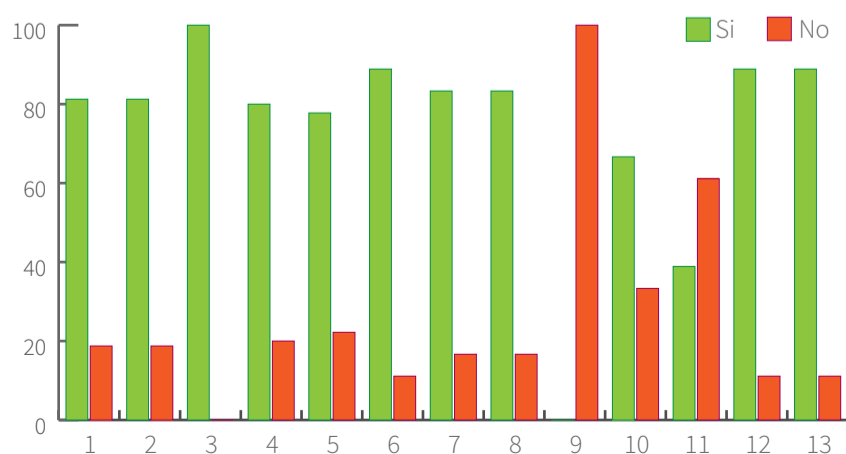


Gráfico 3. Lista de chequeo de cada desempeño durante la IEP

El **81.25%** de los estudiantes observa fenómenos específicos, el **18.75%** no logra determinar fenómenos de tipo científico. A partir de la pregunta formulada: **¿Qué calidad fisicoquímica tiene el agua de la fuente "Agua Negra"?** se logra que la mayoría de estudiantes se centre en un fenómeno específico y que logre describirlo. Una menor proporción de estudiantes no logra hacerlo por la dificultad para comprender terminología científica relacionada con la calidad fisicoquímica.

El **81.25%** de los estudiantes formula posibles explicaciones a partir del conocimiento cotidiano, el **18.75%** no logra formular explicaciones. Una mayor proporción de estudiantes logra redactar una explicación referente a la calidad del agua de la fuente, relacionándola con las producciones agrícolas y pecuarias que existen a su alrededor, y con otro tipo de actividades humanas. Una menor proporción no logra formular explicación, algunos estudiantes plantearon otro tipo de explicaciones desviándose de la pregunta planteada, y otros estudiantes demostraron inseguridad en la redacción de una explicación clara.

El **100%** de los estudiantes logró diseñar experimentos a partir de ejes temáticos extraídos de la pregunta de investigación. Se logró por medio del trabajo en equipo y con el uso de las TIC para el aprendizaje. Se evidenció en la socialización de cada experimento.

El **80%** de los estudiantes identifica variables que pueden influir en los resultados de un experimento, el **20%** no logró identificar estas variables. El desempeño se evidenció en la socialización de los experimentos observando seguridad en la respuesta ante las preguntas: **¿Qué datos debe tomar para la determinación de sólidos totales, de alcalinidad, de acidez, de cantidad de jabones y detergentes, de grasas y aceites, hidratos de carbono, dureza del agua? ¿Se deben hacer cálculos matemáticos? ¿Cuáles cálculos?** Los estudiantes que no lo lograron no respondieron este tipo de preguntas.

El **77.77%** de los estudiantes buscan información en varias fuentes, el **22.22%** no lo lograron. Para consultar sobre la definición de los ejes temáticos con el objetivo de determinar la calidad fisicoquímica del agua, tanto para consultar sobre la experimentación según los ejes temáticos que aportarían a la resolución de la pregunta inicial, consultaron varias fuentes. El **22.22%** de los estudiantes consultaron sólo una fuente.

El **88.88%** de los estudiantes realiza mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en unidades correspondientes, esta competencia se evidencia con el uso de equipos de medición como: balanzas, probetas y pipetas. El **11.11%** de los estudiantes tiene dificultad para la medición en los equipos o instrumentos mencionados.

El **83.33%** de los estudiantes registra sus observaciones, se evidencia con el registro de los datos obtenidos durante las mediciones y la experimentación, y a partir de la comparación de datos indagados en internet. El **16.66%** no registra sus observaciones, porque asume que el compañero de equipo lo está haciendo.

El **83.33%** realiza experimentos y verifica el resultado de experimentar variables, esta competencia se evidenció en el trabajo en equipo, los estudiantes que lo lograron contribuyeron para desarrollar el experimento programado, manejando variables como nivel de acidez, nivel de alcalinidad, nivel de dureza, pH, cantidad de sólidos totales en ppm, presencia de carbohidratos, y nivel de grasas y aceites. El **16.66%** no lograron verificar el resultado al experimentar variables.

El **100%** de los estudiantes no registraron sus datos usando esquemas, gráficos o tablas, se observa que los estudiantes registran datos de manera lineal, según este punto se denota dificultad para agrupar los datos.

Fortalecimiento de Competencias Científicas

La Investigación como Estrategia Pedagógica

El **66.66%** utiliza las Matemáticas como una herramienta para organizar, analizar y representar datos; se observó el uso y manejo de fórmulas matemáticas para determinar porcentaje y unidades de concentración de soluciones. El **33.33%** no lo logró por la dificultad que presentan al interpretar y resolver operaciones matemáticas.

El **61.11%** no logra evaluar la calidad de la información, escoge la pertinente y da el crédito correspondiente, sólo un **38.88%** lo logró, pero con apoyo del docente.

El **88.88%** de los estudiantes sacó conclusiones de los experimentos que realizaron: determinación de dureza, acidez, alcalinidad, contenido de sólidos totales, contenido de grasas y aceites, contenido de hidratos de carbono. El **11.11%** no logra sacar las conclusiones, se les dificulta realizar la deducción a partir de la comparación de los datos obtenidos durante la experimentación y la comparación con los datos observados en la teoría sobre la calidad aceptable del agua.

El **88.88%** de los estudiantes comunica oralmente conclusiones a sus compañeros, el **11.11%** posee dificultades para exponer sus conclusiones ante un auditorio.

Se observa según los resultados de la prueba final un promedio mayor de aciertos en la competencia explicación de fenómenos, que se relaciona con la capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos, que den razón de fenómenos. En orden de promedio de forma descendente sigue la competencia uso comprensivo de conocimiento científico que está íntimamente relacionada con la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos de las ciencias en la solución de problemas. El menor promedio de aciertos se observa en la tercera competencia indagación que se relaciona con la capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados, para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas. Concluyendo, el mejor desempeño de los estudiantes se observa en la competencia científica explicación de fenómenos y un desempeño menor en la competencia Indagación.

Observando la desviación estándar se establece una desviación mayor en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico seguida en orden descendente en la competencia explicación de fenómenos y una menor desviación en la competencia indagación. Esto indica que los estudiantes muestran una mayor homogeneidad en la competencia indagación y una menor homogeneidad en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Realizando una comparación en el promedio de aciertos (Ver Gráfico 1) antes y después de la aplicación de la **IEP** se observa un mejoramiento en las tres competencias, en explicación de fenómenos de **5.2** a **9**, un mejoramiento de **3.8**; en uso comprensivo del conocimiento científico de **4.5** a **7**, un mejoramiento de **2.5**; y en indagación de **2.4** a **2.5**; un mejoramiento de **0.1**.

Con respecto a la comparación de la desviación estándar (Ver Gráfico 2) se observa una disminución en este valor en las competencias explicación de fenómenos e indagación, y un aumento en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, desde este punto de vista se interpreta que aumento el grado de homogeneidad en las competencias explicación de fenómenos e indagación, y disminuyó el grado de homogeneidad en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Según la prueba **T-Student** (Ver **Tabla 1**) para la comparación de medias la hipótesis nula se rechaza, es decir las diferencias de medias es significativa antes y después de la **IEP**; esto se corrobora por el **P-valor = 0.02995589** que es inferior a la 0.05, el valor significancia.

Conclusiones

Se comprobó la hipótesis de investigación planteada: La investigación como estrategia pedagógica (**IEP**) fortalece las competencias científicas de Química en los estudiantes de grado décimo, esto se comprobó mediante análisis estadístico de comparación de medias pruebas **T-Student** antes y después de la aplicación de la estrategia, rechazando la hipótesis nula planteada: La investigación como estrategia pedagógica (**IEP**) no fortalece las competencias científicas de química en los estudiantes de grado décimo; y aceptando la hipótesis alterna: La investigación como estrategia pedagógica (**IEP**) fortalece las competencias científicas de Química en los estudiantes de grado décimo.

El nivel de desempeño antes de la aplicación de la **IEP** en los estudiantes de grado Décimo de la Institución Educativa Marcos García Carrillo se evidenció en mayor proporción en la competencia explicación de fenómenos, que se relaciona con la capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos, que den razón de fenómenos, en orden descendente continuo: uso comprensivo de conocimiento científico que está íntimamente relacionada con la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos de las ciencias en la solución de problemas; y el desempeño menor se observó en la competencia indagación que se relaciona con la capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados, para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.

Durante la aplicación de la estrategia se observaron en la mayoría de los estudiantes habilidades para: observar fenómenos específicos, formular posibles explicaciones con base en el conocimiento cotidiano, identificar variables que pueden influir en los resultados de un experimento, buscar información en varias fuentes, realizar mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos, registrar observaciones, realizar experimentos y verificar el resultado, utilizar las matemáticas como herramienta para organizar, analizar y representar datos; sacar conclusiones de los experimentos que realiza y comunicar oralmente las conclusiones obtenidas.

Se resalta la capacidad de los estudiantes para diseñar experimentos trabajando en equipo usando las Tecnologías de la Información y Comunicación. Se observó dificultad en el registro de datos usando esquemas, gráficos o tablas.

Se evidenció un mejoramiento en el desempeño de las competencias después de la aplicación de la **IEP**: explicación de fenómenos, uso comprensivo del conocimiento científico e indagación observando la media de aciertos en el instrumento final, también se evidencia por los resultados en la desviación estándar que muestran un leve mejoramiento en la homogeneidad de los resultados del grupo en las competencias explicación de fenómenos e indagación, pero un aumento en la heterogeneidad en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Según Mejía Jiménez y Manjarres (2011) el eje de su propuesta es la idea de que en la sociedad existen saberes propios de la cultura, los cuales negocian permanentemente con las formas establecidas del conocimiento, se puede concluir que los estudiantes lograron relacionar sus saberes culturales con el conocimiento científico a partir de la construcción de una hipótesis relacionada directamente con una pregunta de investigación, plantear una experimentación y obtener resultados que permitieron concluir sobre la calidad fisicoquímica de la fuente de "Agua Negra" que surge al Centro Poblado del Corregimiento de la Don Juana, Bochalema – Norte de Santander, Colombia.

La Investigación como Estrategia Pedagógica (**IEP**) es una herramienta efectiva para alcanzar aprendizaje en los estudiantes enmarcada en el modelo constructivista social a partir de la concepción de Carretero (1997), quién afirma que es una construcción propia a partir de la interacción entre la disposición interna y el ambiente, desde este punto de vista se observó como a partir de una pregunta relacionada con un problema medioambiental el estudiante transformó su conocimiento científico aplicando una metodología práctica mediante el trabajo colaborativo en el que cada uno tenía un rol y se hacía necesario el aporte activo de cada integrante para el logro de un objetivo en la asignatura de Química.

La presente investigación constituye un insumo importante en el proceso de resignificación del PEI en el que se encuentra actualmente la **Institución Educativa Marcos García Carrillo** de la Don Juana, en el municipio de Bochalema, Norte de Santander - Colombia, aportando a la transformación curricular a partir de una estrategia pedagógica constructivista social desde la posición vygotskiana que establece el conocimiento como un producto social, colocando al estudiante en un proceso de aprendizaje desde el intercambio de tipo social.

El trabajo en equipo optimizó el fortalecimiento de competencias científicas en los estudiantes de décimo, y además fortalece el desarrollo de competencias ciudadanas y laborales generales que aproximan hacia la formación integral en una ciudadanía crítica.

La socialización que realizaron los equipos de trabajo durante la aplicación de la **IEP** fue fundamental para el logro del objetivo, mediante este mecanismo se centra al estudiante en la resolución de la pregunta de investigación, además que le permite establecer una relación entre las observaciones propias y las de sus compañeros para ir planteando sus propias conclusiones.

Durante la aplicación de la **IEP** es pieza clave el acompañamiento continuo del docente, quien interviene como motivador, retroalimentando el proceso de indagación mediada por TIC que permite al estudiante priorizar información relevante que contribuye a la obtención de resultados para dar conclusiones confiables.

Referencias

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas [ve]: Episteme.
- Bowen, C. W. (1994). Think-aloud methods in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 7(3), 184-190. doi:[10.1021/ed071p184](https://doi.org/10.1021/ed071p184)
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(69), 21-34. Obtenido de <https://www.grao.com/es/producto/ensenar-quimica-mediante-la-contextualizacion-la-indagacion-y-la-modelizacion> https://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SUE_db/doc/28_Alambique%20Contextualizacion%20.pdf
- Camelo, F. J., Rodríguez, S. J., & Santiesteban, S. (2007). Ideas previas, un constructo indispensable en el diseño de situaciones de aula: un ejemplo en ciencias. *Horizontes Pedagógicos*, 9(1), 89-100. Obtenido de <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/621>
- Carretero, M. (1997). Desarrollo cognitivo y aprendizaje: Constructivismo y educación. En M. Carretero, *¿Qué es el constructivismo?* (draft ed., págs. 39-71). México D.F. [mx]: Progreso. Obtenido de http://www.educando.edu.do/Userfiles/P0001/File/Que_es_el_constructivismo.pdf
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., & Zabala, A. (1993). *El constructivismo en el aula* (reprint illustrated [2007 1ed:1993; 9ed:1999] ed.). Barcelona [es]: Graó.
- De Ibarrola, M. (2002). Nuevas tendencias de la formación escolar para el trabajo. En M. De Ibarrola, & M. A. Gallar, *Desarrollo local y formación. Hacia una mirada integral de la formación de los jóvenes para el trabajo* (págs. 137-168 [228]). Montevideo [uy]: DIE-CINVESTAV; Cinterfor-OIT; Universidad Iberoamericana-León; Red Latinoamericana de Educación y Trabajo. Obtenido de https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/ibarrola.pdf
- De Jong, O. (1990). Towards a more effective methodology for research on teaching and learning chemical calculations. En H. Schmidt, *Empirical research in mathematics and science education-Proceedings of an international seminar at Dortmund university* (págs. 106-120). Hong Kong: International Council of Associations for Science Education.
- Galiano, J. E. (2009). *Estrategias de enseñanza de la química en la formación inicial del profesorado*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Facultad de Educación. Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales. Madrid [es]: UNED. Obtenido de <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Jgaliano>
- Hamad, P. (2009). La Abducción como Punto de Partida en el Desarrollo del Pensamiento Científico en Estudiantes de Química en la Fase Experimental. (J. Ayala Cardona, Ed.) *Pedagógicos*, 11(1), 49-54. Obtenido de <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/335>
- Jiménez Liso, M. R., & De-Manuel Torres, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 27(2), 257-272. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/132241>
- Maldonado Granados, L. F., Landazábal, D. P., Hernández, J. C., Ruíz, Y., Claro, A., Vanegas, H., & Cruz, S. (2007). Visibilidad y formación en Investigación. Estrategias para el desarrollo de competencias investigativas. *Studiositas*, 2(2), 43-56. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2719652>
- Mariles Mora, S. (2012). El seminario como fuente de aprendizaje cooperativo en el desarrollo de las ciencias biológicas. *Horizontes Pedagógicos*, 14(1), 141-155. Obtenido de <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/327>
- Martínez Rivera, M. L. (2010). *Implementación de estrategias didácticas para apoyo de la asignatura química II*. Ciudad de Juárez [mx]: Centro de Investigación en Materiales Avanzados. Obtenido de <http://mwm.cimav.edu.mx/wp-content/uploads/2015/04/Tesis-Martinez-Rivera-Martha-Leticia.pdf>
- Mejía Jiménez, M. R., & Manjarrés, M. E. (2011). La investigación como estrategia pedagógica una apuesta para construir pedagogías críticas en el siglo XXI. *Praxis y Saber*, 2(4), 127-177. doi:[10.19053/22160159.1127](https://doi.org/10.19053/22160159.1127)

Fortalecimiento de Competencias Científicas

La Investigación como Estrategia Pedagógica

- Meroni, G., Copello, M. Í., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26, 275-280. doi:[10.1016/j.eq.2015.07.002](https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002)
- MinEducación. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Naturales. En MinEducación, *Estándares Básicos De Competencias En lenguaje, Matemáticas, Ciencias Y Ciudadanas: Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden* (96-147 ed., págs. 96-147). Bogotá D.C. [co]: MinEducación, Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Oñorbe de Torre, A. M., & Sánchez Jiménez, J. M. (1996). Dificultades en la enseñanza-Aprendizaje de los problemas de física y química. I. Opiniones del alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 165-170. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21445>
- Pérez Miranda, R., Gallego Badillo, R., & Torres de Gallego, L. N. (2005). Las competencias interpretar, argumentar y proponer en química: Un problema pedagógico y didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*(Extra VII Congreso), 1-5. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/13301848.pdf>
- Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere, A., . . . Chamizo, J. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? *Enseñanza de las ciencias*, 28(2), 185-198. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/199612>
- Serrano, J. M., & Pons Parra, R. M. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27. Obtenido de <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/268/708>
- Vásquez Arenas, E., Becerra Galindo, A., & Ibáñez Córdoba, S. X. (2014). La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas. *Científica*, 1(18), 76-85. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/5563/9248>
- Villarreal Hernández, M. E., Salcedo Torres, L. E., Zapata Castañeda, P. N., Colmenares, E., Moreno, S. P., & Rivera Rodríguez, J. C. (2005). Incorporación de NTIC en prácticas de laboratorio de química desde la enseñanza y aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias*(Extra VII Congreso), 1-5. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA466incnti.pdf
- Yepez Rendón, O. J. (2015). Aprendizaje de gases desde el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas de descripción y explicación. *Horizontes Pedagógicos*, 17(1), 24-32. Obtenido de <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/747>