

Competencia científica: desarrollo de la dimensión procedimental en la formación inicial de docentes

Investigación
arbitrada

Scientific competence: development of the procedural dimension in initial teacher training

Claudia Rodríguez Juárez

<https://orcid.org/0000-0001-9065-1517>

claraju@hotmail.com

Teléfono de contacto: + 52 2223050524

Universidad Autónoma de Tlaxcala
Tlaxcala estado de Tlaxcala México
Escuela Normal Instituto "Jaime Torres Bodet"
Puebla estado de Puebla. México

Fecha de recepción: 21/04/2021
Fecha de envío al árbitro: 23/04/2021
Fecha de aprobación: 16/05/2021



Resumen

El objetivo de la presente investigación se enfocó en analizar el nivel de desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia científica en la formación inicial de docentes, la cual es un desafío que implica reflexionar, investigar y resolver problemas permanentemente. En la metodología se utilizó el enfoque cuantitativo y los sujetos de estudio fueron 35 estudiantes de Licenciatura en Educación Secundaria con especialidad en Biología de la escuela normal Instituto Jaime Torres Bodet. Los resultados destacan que el nivel alcanzado es el mínimo satisfactorio del modelo curricular implementado. Se concluye que los estudiantes durante su formación docente deben privilegiar el desarrollo de habilidades científicas, lo cual, implica insertarse en actividades educativas, científicas y de investigación.

Palabras clave: competencia científica, dimensión procedimental, formación inicial docente

Abstract

The objective of this research was focused on analyzing the level of development of the procedural dimension of scientific competence in the initial training of teachers, which is a challenge that involves reflecting, investigating and solving problems permanently. In the methodology, the quantitative approach was used and the study subjects were 35 undergraduate students in Secondary Education with a specialty in Biology from the Jaime Torres Bodet Institute normal school. The results highlight that the level reached is the minimum satisfactory of the implemented curricular model. It is concluded that students during their teacher training should privilege the development of scientific skills, therefore, insert themselves in educational, scientific and research activities.

Keywords: scientific competence, procedural dimension, initial teacher training

Author's translation.

La competencia científica y la dimensión procedimental

La competencia científica enclavada en las ciencias, se considera un área disciplinar importante en la formación inicial de docentes. Su adquisición se refleja cuando una persona es capaz de utilizar los conocimientos científicos en contextos cotidianos, aplicar procesos propios de las ciencias y sus métodos de investigación (Cañas et al., 2007). Lo que se aprende al desarrollar la competencia en cuestión, se puede aplicar en cualquier situación donde se quiera resolver una problemática y originar nuevas interrogantes, por tanto, se puede abrir a otras áreas y de ahí su importancia. Implica estudiar e investigar problemas desde los fundamentos y las metodologías científicas, dado que es una de las características definitorias de la competencia científica (Franco-Mariscal et al., 2014), con la idea de buscar la verdad y no quedarse con lo que otros dicen.

La competencia científica, de acuerdo al Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA) y Pedrinaci (2012), se integra por cuatro dimensiones científicas: 1) procesos; 2) conocimiento, contenido o conceptos; 3) situación o contexto; y 4) actitudes. Debido a que el interés de la investigación se centra en la dimensión procesos (en adelante procedimental), se puede referir que su contenido se caracteriza porque describe las habilidades científicas que deben desarrollar los estudiantes durante su formación inicial docente. Además, Domènech-Casal (2019) incluye las prácticas y habilidades de razonamiento científico en las que se basa la investigación empírica. Con base en lo anterior, se considera que la formación inicial docente está enfocada en actividades científicas asociadas a cuestiones didácticas; por tanto, no se debe esperar que al término de su formación sean investigadores científicos, pues no serán formados para tal actividad, aunque sí deberán adquirir cierto conocimiento sobre la ciencia, es decir, comprender la naturaleza de la investigación (Muñoz y Charro, 2017).

Las habilidades concernientes a la dimensión procedimental de la competencia científica no son fáciles de desarrollar, puesto que no hay un sistema unívoco que indique cómo hay que aplicarlas, además de que existen diversas metodologías que permiten combinarse. Cañas et al. (2007) refieren algunas situaciones en las que se puede aplicar dicha dimensión, por ejemplo: a) discernir frente a un problema, situación o interrogante, siempre y cuando sean susceptibles de tratamiento científico; b) aplicar conocimientos de y sobre la ciencia para comprender fenómenos de la naturaleza; c) buscar soluciones a situaciones o problemas cotidianos; y d) argumentar a favor o en contra de un dilema. Para resolver dichas situaciones se recomienda desarrollar habilidades para definir objetivos, interesarse y reconocer problemas científicos, formular hipótesis, plantear preguntas, buscar respuestas, seleccionar instrumentos de medida, diseño de proyectos, experimentos e investigaciones, interpretar resultados y formular conclusiones. Estas mismas habilidades son las que se han indagado en los estudiantes durante su formación inicial docente.

La competencia científica en la formación inicial de docentes

El sistema educativo debe garantizar a la sociedad la formación de una cultura científica de acceso libre a fuentes de conocimiento e información. Por tal razón, el desarrollo de la competencia científica ha sido primordial, esencialmente durante la etapa de escolaridad. Es en esta donde se contribuye a mejorar el nivel de competencia científica en los estudiantes, de manera que se considera a la escuela el lugar propicio para la formación científica (Mora, 2020; Padilla-Canales et al., 2016).

Durante los distintos niveles educativos formales, se plantean formas de trabajo para abordar conocimientos, procedimientos y actitudes científicas, que al mismo tiempo se apliquen en distintos contextos, con la intención de lograr el desarrollo de la competencia científica, y para eso tendría que ser una de las prioridades de la educación, no necesariamente para formar científicos, más bien para que todo lo que adquieran ayude a

un mejor desempeño en la vida diaria y en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología, pero que no implique esencialmente una formación específica.

La formación inicial docente que se lleva a cabo en las escuelas normales, promueve que los estudiantes en formación elijan formas pertinentes para vincularse con la información que les permita aprender toda la vida, situación que implica sentar las bases para que desarrollen un pensamiento científico y una visión holística del fenómeno educativo, que lo conduzcan a reflexionar, investigar y resolver problemas de manera permanente e innovadora (SEP, 2018). Es conveniente subrayar que, en sí, la formación de docentes ya es un desafío, al cual se adhiere la formación científica en la que se incluyen actividades de investigación, pues no es lo mismo formar para investigar, que formar para ser docente.

El desarrollo de la competencia científica, a lo largo de la formación del individuo, atraviesa un proceso complejo y prolongado, el cual se encuentra asociado a expectativas de aprendizaje a largo plazo, que por supuesto deben articularse con las expectativas de corto plazo. En ambas, el trabajo del docente en el aula resulta relevante (Castro y Ramírez, 2013). Benarroch y Núñez (2015), además de compartir esta idea de tiempo, adicionalmente consideran que esta enseñanza es costosa y requiere de profesorado experto, capaz de diseñar tareas en contextos específicos similares a aquellos donde se espera que se demuestre la competencia.

Para enseñar la competencia científica hace falta poseer conocimientos de la ciencia y también es preciso haberse apropiado de conocimientos de carácter procedimental o del hacer de la ciencia (Zúñiga et al., 2011). Generalmente en el aula, se enfoca más en los contenidos conceptuales y no se les promueve de igual manera a los contenidos procedimentales y actitudinales, cuando es necesario que se fomenten al mismo tiempo, estableciendo actividades didácticas.

Ahora bien, abordar la competencia científica en el aula o en el contexto académico no garantiza que el estudiante la domine o aplique en un contexto diferente (Yus et al., 2013), por eso la necesidad de relacionarla con situaciones de otros contextos y que le sean útiles. Lupión y Blanco (2016) agregan una reflexión en la que sugieren que la formación del profesorado se oriente hacia el diseño de metodologías y nuevas prácticas que persigan un equilibrio en los conocimientos teóricos para promover la observación, que permitan manipular y no quedarse solo con lo que imaginan los estudiantes.

Para apoyar la idea anterior, López (2011) enfatiza en el uso de metodologías que favorezcan el aprendizaje autónomo, apoyándose en técnicas e instrumentos para el nivel universitario. Esta situación representa un reto para los docentes, la ventaja es que impacta de manera positiva, la contra parte es que independientemente del nivel en el que se desempeñen los docentes, ya tienen establecido un modelo de trabajo, e incorporar metodologías que involucren un cambio no es tan agradable y en ocasiones provoca cierta resistencia. Definitivamente siempre tendrá una mejora significativa si los docentes se implican en el cambio. En cuanto a los estudiantes, si logran ser autónomos en su aprendizaje, tendrán más oportunidades para desarrollar la competencia científica y serán capaces de resolver problemas por sí mismos.

Falicoff et al. (2014) y Falicoff (2015), realizaron estudios universitarios, en los que identificaron que al inicio de las carreras se reflejan valores bajos en los resultados y en los rendimientos de la competencia científica, pero conforme van avanzando en su trayecto escolar observaron que mejoran significativamente. Al cursar una carrera necesariamente se ponen en práctica las competencias con que se ha formado el estudiante. Es así como son capaces de resolver las situaciones que se les van planteando para llevar a cabo las tareas encomendadas en el transcurso de la licenciatura, entonces se destaca que efectivamente van desarrollando su competencia científica.

Convendría entonces ser consciente de la tarea que se va a realizar, contemplar todo lo que implica y decidir si se quiere llevar a cabo o no, en caso de aceptar la tarea, hacerla lo mejor posible. Teniendo en cuenta que las tareas se presentarán en un orden creciente y cada vez habrá que involucrarse más, debido a que los problemas serán también crecientemente complejos (Rodríguez y Blanco, 2016). Poner en práctica la competencia científica de manera constante, iniciando a temprana edad, permitirá que el estudiante se apropie de conocimientos que le sean significativos y logrará el aprendizaje científico (Castro y Ramírez, 2012; Crujeiras y Jiménez, 2015).

Los indicadores de desarrollo

Es necesario precisar que existen niveles que permiten identificar el desarrollo de la dimensión procedimental durante la educación. La proporción en el avance del desarrollo de la competencia científica se basa en indicadores que marcan el progreso. La práctica constante en la resolución de problemas, primeramente, sencillos y gradualmente que aumentan la complejidad, implica un mayor nivel de búsqueda, identificación y comprensión de la información. Esta información se puede presentar de manera verbal, gráfica, numérica o simbólica (Cañas et al., 2007). El nivel de desempeño incluye la dificultad, tipo de competencia, tipo de conocimiento y nivel de demanda cognitiva, organizados en los siguientes indicadores en orden ascendente:

- Niveles 1b y 1a: Los estudiantes en estos niveles tienen algunas competencias, pero no alcanzan el mínimo necesario para acceder a estudios superiores o desempeñarse adecuadamente en la sociedad del conocimiento.
- Nivel 2: Ubicarse en este nivel representa el mínimo para que un estudiante se desempeñe adecuadamente en la sociedad contemporánea y pueda aspirar a hacer estudios superiores.
- Niveles 3 y 4: Los estudiantes en estos niveles se encuentran por encima del mínimo y, por ello, muestran niveles buenos, aunque no del nivel óptimo para la realización de las actividades cognitivas más complejas.
- Niveles 5 y 6: Los estudiantes que se sitúan en estos niveles tienen capacidad de realizar actividades de alta complejidad cognitiva, con potencial para ocupar posiciones de liderazgo en el ámbito científico u otros. (INEE, 2016, p. 22)

No todos los estudiantes desarrollan la competencia científica en el mismo nivel ni en el mismo tiempo; cada uno tendrá sus propios métodos para aprender, situación que tiene que ver con la diversidad. El desarrollo de la competencia científica contribuye al logro de una formación que permita a los ciudadanos asimilar los conocimientos de las ciencias, de tal manera que intervengan con criterio propio en la resolución de problemas y se relacionen directamente con esta (Zúñiga et al., 2011).

Estrategia metodológica

El enfoque cuantitativo se adoptó porque en la revisión bibliográfica se identificó que es el menos utilizado en investigaciones sobre la competencia científica y no se ha aplicado en la formación inicial de docentes, por consiguiente, brinda una oportunidad para desarrollar un trabajo que cubra estas condiciones. La recolección de la información se realizó mediante la técnica de encuesta, a través del cuestionario, mismo que se aplicó a 35 estudiantes de cuatro generaciones de la Licenciatura en Educación Secundaria (LES) con especialidad en biología de la escuela normal Instituto Jaime Torres Bodet en Puebla, México. Inició en 2018 como parte del trabajo de tesis del doctorado en Educación de la Universidad Autónoma de Tlaxcala y se culminó en 2020. Los datos fueron concentrados en el software *SPSS Statistics 20*, en el cual se procesó la información y se realizó un análisis descriptivo bajo el esquema de análisis e interpretación de resultados. Finalmente se aplicaron pruebas paramétricas de estadística inferencial como la prueba *t* para una muestra. El objetivo fue analizar el nivel de desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia científica.

Nivel de desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia científica

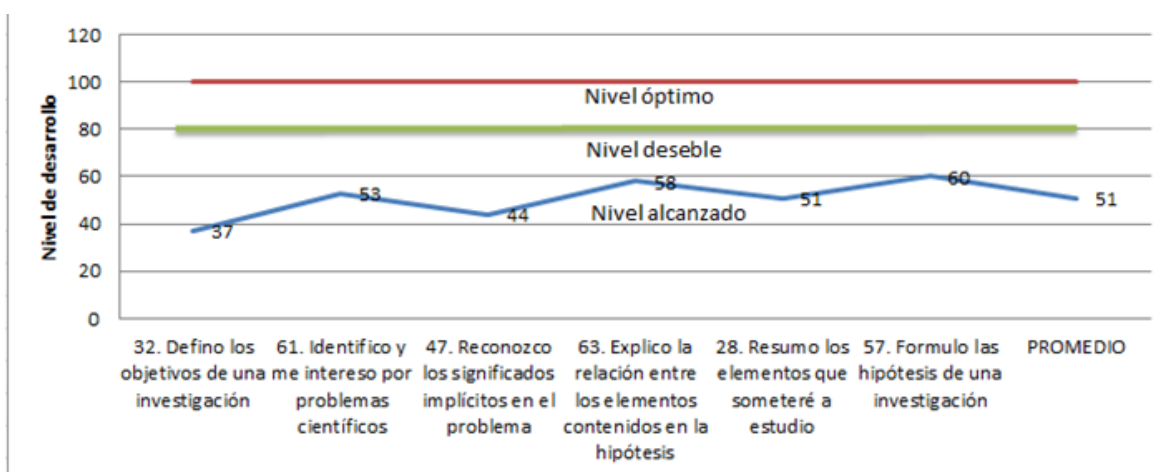
Los resultados abordan las variables que integran la dimensión procedimental dividiéndolas en tres grupos: el primero, se denomina reconocimiento de rasgos de la investigación científica; el segundo, evaluación y diseño de la investigación científica; y el tercero, interpretar datos y evidencias científicas.

Reconocimiento de rasgos de la investigación científica

Los resultados de este grupo integran seis variables:

- (X_{32}) *defino los objetivos de una investigación* logró el 37%.
- (X_{61}) *identifico y me intereso por problemas científicos* que alcanzaron el 53%.
- (X_{47}) *reconozco los significados implícitos en el problema* manifiesta el 44%.
- (X_{63}) *explico la relación entre los elementos contenidos en la hipótesis* expresa un 58%.
- (X_{28}) *resumo los elementos que someteré a estudio*, adquirió el 51%.
- (X_{57}) *formulo las hipótesis de una investigación* obtuvo un 60%.

El promedio del grupo es de 51%, las variables que favorecen el porcentaje son (X_{61}), (X_{63}), (X_{28}) y (X_{57}) (Ver Gráf. 1)



Gráf. 1. Reconocimiento de rasgos de la investigación científica

Fuente: Elaboración de Claudia Rodríguez Juárez

Prueba T de student para una muestra

La estadística inferencial se utilizó por medio de la *prueba t* para una muestra, en la que los resultados obtenidos del software *SPSS Statistics 20* se comprobaron con las hipótesis. La H_0 . dice: Los estudiantes han desarrollado durante su formación inicial docente un nivel satisfactorio de la competencia científica.

En la *prueba t*, los estudiantes *identifican y se interesan por problemas científicos* (X_{61}) obtuvo un valor de 2.353; *explican la relación entre los elementos contenidos en la hipótesis* (X_{63}) obtuvo un valor de 3.309; *resumen los elementos que someterán a estudio* (X_{28}) obtuvo un valor de 2.535; *formulan las hipótesis de una investigación* (X_{57}) obtuvo un valor de 3.884. Las cuatro variables mayores de 1.96 comparadas con un valor de U de 3 rechazan la H_0 . Quiere decir que los estudiantes identifican y se interesan por problemas científicos de manera regular, al igual que en las otras tres variables.

Las variables donde los estudiantes: *definen los objetivos de una investigación* (X_{32}) obtuvo un valor de 3.021; *reconocen los significados implícitos en el problema* (X_{47}) obtuvo un valor de 4.03, en la *prueba t*. Ambas mayores de 1.96, comparadas con un valor de U de 2.5 se rechaza la H_0 . Los estudiantes definen los objetivos y reconocen los significados implícitos en el problema de manera aceptable.

Escala de significancia para la interpretación de la *prueba t*

4.5 - 5	Excelente ***
4.0 - 4.4	Muy bueno **
3.5 - 3.9	Bueno *
3.0 - 3.4	Regular
2.5 - 2.9	Aceptable
< 2.5	En desarrollo

Nota: la escala de significancia se diseña de acuerdo a los valores de comparación de *U*.

Regla de decisión:

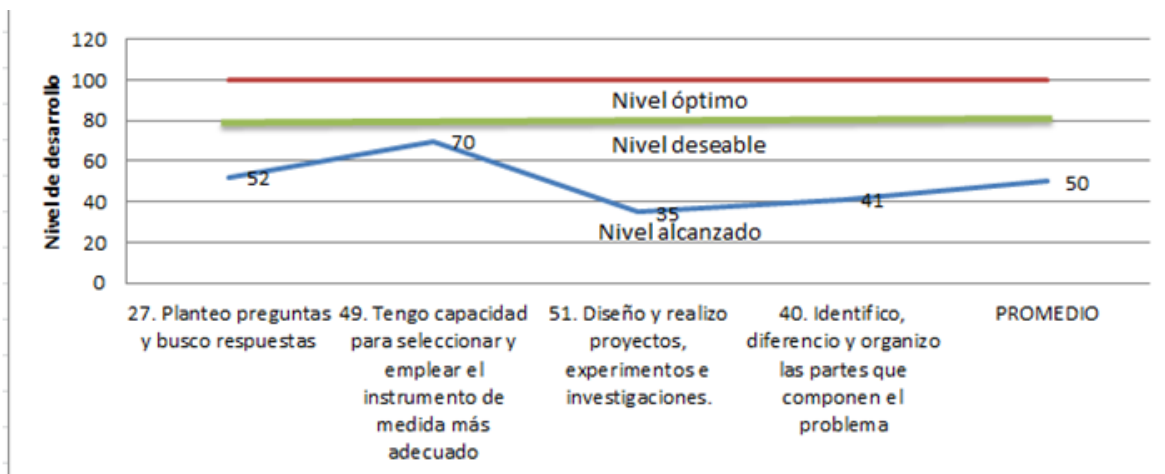
Si $t \geq 1.96$ entonces H_0 es significativa, se rechaza
Si $t < 1.96$ no es significativa, no se rechaza la H_0

Evaluación y diseño de la investigación científica

Los resultados del grupo integran cuatro variables que se describen a continuación:

- (X_{27}) *planteo preguntas y busco respuestas*, muestra un 52%.
- (X_{49}) *tengo capacidad para seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado*, alcanzo un 70%.
- (X_{51}) *diseño y realizo proyectos, experimentos e investigaciones*, manifestó un 35%.
- (X_{40}) *identifico, diferencio y organizo las partes que componen el problema*, logró el 41%.

El promedio del grupo de variables es del 50%, siendo las dos primeras (X_{27}) y (X_{49}) las que mejor porcentaje alcanzaron (Ver Gráf. 2).



Gráf. 2. Evaluación y diseño de la investigación científica

Fuente: Elaboración de Claudia Rodríguez Juárez

Prueba T de student para una muestra

El grupo que refiere a la evaluación y diseño de la investigación científica presenta diversidad en los resultados de sus variables. En el caso en que los estudiantes *tienen capacidad para seleccionar y emplear el instrumento de*

medida más adecuado (X_{49}), obtuvo un valor de 2.633 en la *prueba t*, por encima de 1.96 comparado con un U de 3.5 por lo cual se rechaza la H_0 . Demostrando que tienen buena capacidad para seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado, no les cuesta trabajo seleccionarlo y posteriormente adaptarlo a lo que se quiere evaluar.

La variable en que los estudiantes *plantean preguntas y buscan respuestas* (X_{27}), obtuvo un valor de 2.793 en la *prueba t*, por encima de 1.96 comparado con un U de 3 por lo cual se rechaza la H_0 . Los estudiantes plantean de manera regular preguntas y buscan respuestas, aun cuando debieran plantearlas frecuentemente porque orientan la investigación.

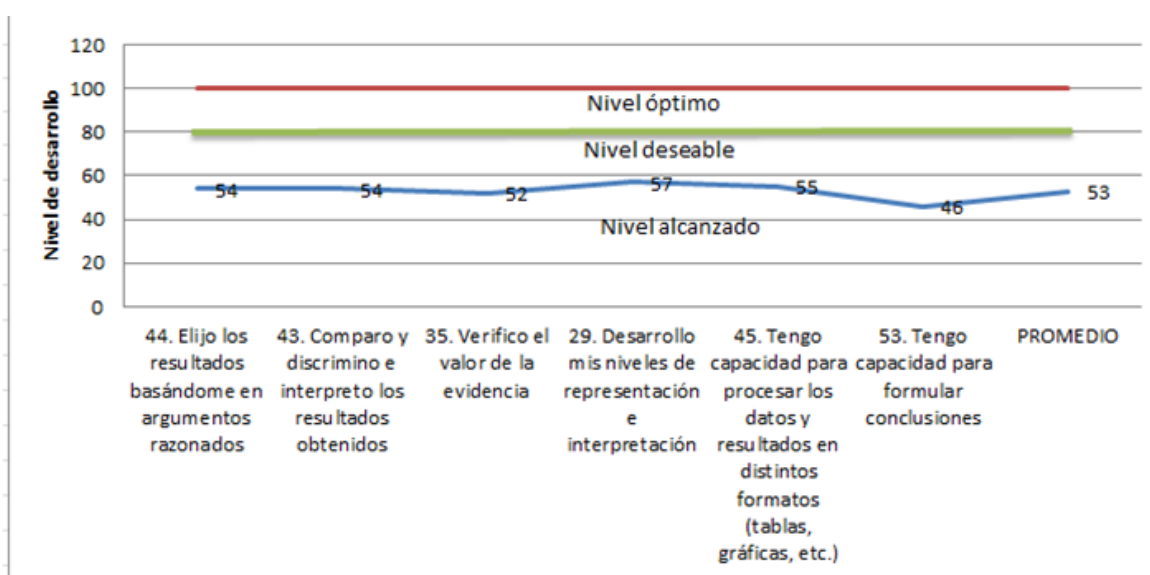
Las variables correspondientes a *diseñar y realizar proyectos, experimentos e investigaciones* (X_{51}), obtuvo 2.425 e *identificar, diferenciar y organizar las partes que componen el problema* (X_{40}), obtuvo 3.769. Ambos mayores de 1.96 y comparados con un U de 2.5 rechazan la H_0 . De manera aceptable diseñan y realizan proyectos, experimentos e investigaciones, e identifican, diferencian y organizan las partes que componen el problema. Generalmente lo hacen porque les interesa el contenido y ponen a prueba sus habilidades para llevarlo a cabo, además de tener claro el proceso que se requiere para sistematizar y resolver un problema.

Interpretar datos y evidencias científicas

Los resultados correspondientes al grupo integran seis variables que se describen a continuación:

- (X_{44}) *elijo los resultados basándome en argumentos razonados* alcanzó el 54%.
- (X_{43}) *comparo y discrimino e interpreto los resultados obtenidos* logró el 54%.
- (X_{35}) *verifico el valor de la evidencia* expresa el 52%.
- (X_{29}) *desarrollo mis niveles de representación e interpretación* adquirió el 57%.
- (X_{45}) *tengo capacidad para procesar los datos y resultados en distintos formatos (tablas, gráficas, etc.)* manifiesta el 55%.
- (X_{53}) *tengo capacidad para formular conclusiones* refleja el 46%.

El promedio conjunto del grupo es de 53%, siendo solo la última variable (X_{53}) la que menor valor refleja. Las variables reflejan buenos resultados, lo cual las convierte en el grupo que mejor se ha desarrollado (Ver Gráf. 3).



Gráf. 3. Interpretar datos y evidencias científicas

Fuente: Elaboración de Claudia Rodríguez Juárez

Prueba T de student para una muestra

El grupo denominado interpretar datos y evidencias científicas, muestra seis variables (X_{44}), (X_{43}), (X_{35}), (X_{29}), (X_{45}) y (X_{53}), obtuvieron valores de 2.095, 3.431, 2.424, 3.754, 3.496 y 3.513 respectivamente. Todos los valores son mayores de 1.96 comparados con un valor de U de 3, rechazan la H_0 . Los estudiantes eligen de manera regular los resultados basándose en argumentos razonados.

Discusión

Los estudiantes de formación inicial docente deben tener las bases para establecer los resultados de sus trabajos de investigación con base en argumentos razonados bien fundamentados, para no establecer cualquier situación como un buen resultado, creer en un razonamiento intuitivo, sin fundamentación teórica alguna y poner en duda la capacidad del estudiante.

Al respecto, Torres et al. (2013) consideran que los estudiantes:

...tienen la capacidad de comparar y discriminar los resultados que se obtienen después de un proceso seguido, de tal manera que existe una comprensión de los cambios generados que son consistentes con criterios de claridad y coherencia, Lo anterior se evidencia con datos como estos: Los estudiantes sustentan con los criterios establecidos para participar y deducir la información, interactúan con la evidencia, escogen los resultados y los escriben, argumentan a través de la lectura del texto escrito, demuestran interés por verificar las hipótesis de los grupos a través de la experiencia, contrastan los diversos materiales utilizados para comprobar hipótesis del fenómeno estudiado. (p. 205)

Es probable que, poniendo en práctica las actividades que plantean los autores en el párrafo anterior, los estudiantes puedan comparar, discriminar o interpretar los resultados. Estas actividades son necesarias como lo expresan Crujeiras y Jiménez (2015), elaborar justificaciones apropiadas a los resultados de una investigación sirve para convencer de la validez del conocimiento generado, situación en la que primero necesita estar convencido el estudiante. Se requiere de un proceso de selección de información que les sea útil, mejor dicho, elegir resultados que les proporcionarán algún tipo de conocimiento y no solo expresar el resultado de la investigación.

Verificar el valor de la evidencia es importante, evitará caer en supuestos que pongan en duda los resultados, por eso se hace necesario siempre comprobar que lo planteado tiene un fundamento. Estimular el que los estudiantes cuestionen lo que se les presenta para poner en práctica su capacidad de análisis y crítica, es así como desarrollan sus habilidades mejorando sus niveles de representación e interpretación.

Hernández (2017) ratifica que los estudiantes no registran sus datos usando esquemas, gráficos o tablas. Más bien registran sus datos de manera lineal porque se les dificulta agruparlos, aun cuando los esquemas tienen agregado un análisis visual más detallado. El autor también comenta que, si a los estudiantes les interesan los problemas científicos, existe la presunción de que los pueden resolver, en particular requiere de competencias disciplinares, comprender el conocimiento científico y explicación de fenómenos de indagación. Tendrían que identificarlos primero para después darles una posible solución y si estuvieran relacionados con su contexto puede llegar a interesarles aún más.

El porcentaje alcanzado en la dimensión procedimental por grupo fue de 51%, 50% y 53% respectivamente. Los datos se pueden observar en los gráficos de brechas que reflejan un nivel de 50+1, lo cual indica que el nivel alcanzado es el mínimo satisfactorio del modelo curricular implementado. También se debe agregar que no existen diferencias significativas entre los grupos estudiados, con base en la prueba de H_0 , la cual dice: los estudiantes han desarrollado durante su formación inicial docente un nivel satisfactorio de competencia científica. Las variables con niveles de desarrollo que rebasan la mitad resultan significativas y son la mayoría, pueden servir como fortalezas para desarrollar las de nivel bajo.

Conclusiones

Para el mejor tratamiento de la información, la dimensión procedimental de la competencia científica se agrupó en tres subdimensiones: *reconocer los rasgos de la investigación científica; evaluar y diseñar la investigación científica; e interpretar datos y evidencias científicas*, todas acordes con la Licenciatura que cursan los estudiantes en formación inicial docente, en la que cada una muestra sus respectivas variables. Cabe destacar que el orden no indica que una variable sea más importante que otra. Las variables están estrechamente relacionadas con las actividades de investigación y una de las actividades primordiales de la formación docente es que los estudiantes desarrollen habilidades de investigación, por eso la necesidad de desarrollar la competencia científica.

Con el desarrollo de la dimensión procedimental no se pretende formar científicos o investigadores (recordemos que los estudiantes cursan la formación inicial docente; es decir, serán docentes de educación básica secundaria), para eso tendrían que haber escogido otra disciplina. Con ello no se quiere justificar su carencia en el nivel alcanzado y por tanto para el trabajo científico, más bien se quiere crear la noción e interés por la actividad científica y lo que implica. Tampoco sería una realidad lograrlo en un curso o un periodo corto escolar, pero sí se desarrollará a lo largo de su formación.

Al mismo tiempo, desarrollada la dimensión procedimental, favorecerá la identificación y solución de problemáticas educativas que requieren de habilidades científicas. No es una tarea fácil de realizar, pues tanto estudiantes como docentes tendríamos que insertarnos en actividades educativas, científicas y de investigación que privilegien la puesta en práctica de las habilidades para definir objetivos, interesarse y reconocer problemas científicos, formular hipótesis, plantear preguntas, buscar respuestas, seleccionar instrumentos de medida, diseño de proyectos, experimentos e investigaciones, interpretar resultados y formular conclusiones.

Para alcanzar un desarrollo más elevado al mínimo satisfactorio del modelo curricular implementado que reflejaron los resultados, se hace necesario que los estudiantes no solo cumplan con sus trabajos o tareas en la escuela, sino que a través de estas habilidades generen conocimientos en torno a problemas educativos, de manera que expliquen o propongan alternativas que contribuyan a su solución. Lo dicho aquí, supone que los productos de las actividades de investigación deberían ser satisfactorias, no obstante, son insuficientes. Empezando por los docentes de los estudiantes en formación, la mayoría no hacen actividades de investigación y, por tanto, no se reflejan los productos de dichas actividades.

Por último, particularmente se debe tener en cuenta que en algún momento los estudiantes querrán acceder a un posgrado, donde las actividades en las que tengan que poner en juego sus habilidades científicas serán más complejas. De manera semejante, así como todas las disciplinas tienen cursos y actividades extracurriculares que ayudan a la formación disciplinar, también es necesario que se implementen para el desarrollo de habilidades científicas, y no solo para enfocarse en su área, sino que les sirvan para relacionarse con su entorno científico y tecnológico, y que pueden estar estrechamente relacionadas o no con su área de formación. ©

Claudia Rodríguez-Juárez. Licenciada en Educación Secundaria con Especialidad en Biología por la Escuela Normal Superior Federalizada del Estado de Puebla, México. Maestra en Pedagogía por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México. Egresada del Doctorado en Educación de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, México. Actualmente desempeña el cargo de profesora investigadora de enseñanza superior en la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje en Secundaria de la Escuela Normal Instituto Jaime Torres Bodet en Puebla, México. Su principal línea de investigación es la formación docente. Ha presentado diversos trabajos de investigación en eventos académicos nacionales e internacionales.

Referencias bibliográficas

- Benarroch, Alicia y Núñez, Graciela. (2015). Aprendizaje de competencias científicas versus aprendizaje de contenidos específicos. Una propuesta de evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 9-27. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1578>
- Cañas, Ana María, Martín-Díaz, María Jesús y Niedo, Juana. (2007). *Competencias en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial
- Castro, Adriana y Ramírez, Ruby. (2012). Docentes vs. estudiantes. Contradicciones en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Revista RIIEP*, 5(1), 43-64. Recuperado de <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/riiep/article/view/1366/1561>
- Castro, Adriana y Ramírez, Ruby. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Revista amazonia investiga*, 2(3), 30-53. Recuperado de <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/646/607>
- Crujeiras, Beatriz y Jiménez, María Pilar. (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. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2931>
- Domènech-Casal, Jordi. (2019). Retorno a Karlsruhe: una experiencia de investigación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos químicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1-18. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4240/4100>
- Falicoff, Claudia, Domínguez, José Manuel y Odetti, Héctor. (2014). Competencia científica de estudiantes que ingresan y egresan de la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 133-154. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1020>
- Falicoff, Claudia. (2015). *Evolución de las competencias científicas en las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Un estudio longitudinal* (Tesis doctoral). Recuperada de <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1543>
- Franco-Mariscal, Antonio, Blanco-López, Ángel y España-Ramos, Enrique. (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. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1346>
- Hernández, César. (2017). Fortalecimiento de competencias científicas. La investigación como estrategia pedagógica. *Horizontes Pedagógicos*, 19(2), 91-100. Recuperado de: <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/1205>
- INEE (2016). *México en PISA 2015*. 1ª edición. México: INEE
- López-Pastor, Víctor. (enero, 2011). El papel de la evaluación formativa en la evaluación por competencias: aportaciones de la Red de Evaluación formativa y Compartida en Docencia Universitaria. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 9(1). Recuperado de <http://red-u.net/redu/files/journals/1/articles/198/public/198-204-2-PB.pdf>
- Lupión, Teresa y Blanco, Ángel. (2016). Reflexión sobre la práctica de profesorado de ciencias de secundaria en un programa formativo entorno a la competencia científica. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 19(2), 195-206. Recuperado de <https://revistas.um.es/reifop/article/view/253731>
- Mora, Gerardo. (marzo, 2020). Gestión escolar para la cultura científica. *Revista iberoamericana de docentes*. Recuperado de <http://www.formacionib.org/noticias/?Gestion-escolar-para-la-cultura-cientifica>
- Muñoz, Javier y Charro, Elena. (2017). Los ítems PISA como herramienta para el docente en la identificación de los conocimientos y habilidades científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(2), 317-338. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3366/3107>

- Padilla-Canales, Cristina; Brooks-Calderón, Paola; Jiménez-Porras, Luis Diego y Torres-Salas, María Isabel. (2016). Dimensiones de las competencias científicas esbozadas en los programas de estudio de Biología, Física y Química de la Educación Diversificada y su relación con las necesidades de desarrollo científico-tecnológico de Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*. 20(1), 1-26. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.20-1.2>
- Pedrinaci, Emilio. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (1ª ed.). España: Graó
- Rodríguez, Francisco y Blanco, Ángel. (2016). Diseño y análisis de tareas de evaluación de competencias científicas en una unidad didáctica sobre el consumo de agua embotellada para educación secundaria obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13(2), 279-300. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92044744005>
- SEP (2018). *Acuerdo número 14/07/18 por el que se establecen los planes y programas de estudio de las licenciaturas para la formación de maestros de educación básica*. México. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5533902&fecha=03/08/2018
- Torres, Álvaro; Mora, Edmundo; Garzón, Fernando y Ceballos Nedis E. (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas: un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales. *Tendencias* 14(1), 187-215. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4453237>
- Yus, Rafael; Fernández, Manuel; Gallardo, Monsalud; Barquín, Javier; Sepúlveda, María P. y Serván, María J. (enero, 2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación* 360. Recuperado de http://www.revistaeducacion.educacion.es/doi/360_127.pdf
- Zúñiga, Adriana; Leiton, Ruth y Naranjo, José A. (septiembre, 2011). Nivel de desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de secundaria de (Mendoza) Argentina y (San José) Costa Rica. *Revista Iberoamericana de Educación* 2(56). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267927328_Nivel_de_desarrollo_de_las_competencias_cientificas_en_estudiantes_de_secundaria_de_Mendoza_Argentina_y_San_Jose_Costa_Rica