

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

CONCEPÇÃO SOBRE A INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

RESEARCH DESIGN IN SCIENCE EDUCATION

João Paulo Cunha de MENEZES¹

RESUMEN: La literatura científica ha destacado la importancia de las experiencias de investigación para los estudiantes en la formación inicial del profesorado. Tratando de comprender mejor este escenario, el objetivo de este trabajo fue investigar la percepción de los estudiantes de grado en una actividad práctica en la enseñanza de las ciencias basada en la investigación. Para lograr este objetivo se acompañó a los estudiantes en dos disciplinas prácticas durante cinco semestres. Durante el desarrollo de las disciplinas se animó a los estudiantes a tomar notas sobre todo el proceso. Al final de la disciplina se solicitó un informe de las actividades desarrolladas. Esta información se utilizó como material de análisis en este trabajo. Los datos obtenidos sugieren que las concepciones de los estudiantes sobre el proceso de investigación e indagación en educación estaban relacionadas con la práctica e interpretación de su propio proyecto de investigación y que la experiencia del proyecto modificó sus concepciones sobre la investigación. Este trabajo presenta que las experiencias vividas en la formación docente inicial instigan una mayor reflexión sobre la naturaleza de la investigación. De este modo, creo que los resultados presentados aquí pueden contribuir a la formación inicial de estos alumnos.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial del profesorado. Prácticas pedagógicas. Enseñar por la investigación.

RESUMO: A literatura científica tem enfatizado a importância das experiências de investigação para os estudantes na formação inicial de professores. Tentando melhor compreender este cenário, o objetivo deste trabalho foi investigar a percepção dos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas em uma atividade prática no Ensino de Ciências baseado em investigação. Para alcançar este objetivo os estudantes foram acompanhados em duas disciplinas práticas durante cinco semestre. Durante o desenvolvimento das disciplinas os estudantes foram estimulados a manterem anotações sobre todo o processo. Ao final da disciplina foi solicitado um relato das atividades desenvolvidas. Estas informações foram utilizadas como material de análise neste trabalho. Os dados obtidos sugerem que as concepções dos estudantes sobre o processo de pesquisa e investigação na educação estavam relacionadas à prática e interpretação de seu próprio projeto de investigação e que a vivência do projeto modificou as concepções que os mesmos possuíam sobre a pesquisa. Este trabalho apresenta que as experiências vivenciadas na formação inicial docente instigam

¹ Universidad de Brasília (UnB), Brasília – DF – Brasil. Profesor Adjunto, Núcleo de Educación Científica, Instituto de Ciencias Biológicas. Doctorado en Recursos Hídricos (UFLA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2566-3957>. E-mail: jpaulo_bio@hotmail.com

uma maior reflexão sobre a natureza da investigação. Desta forma, acredito que os resultados aqui apresentados podem contribuir na formação inicial destes estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: *Formação inicial de professores. Práticas pedagógicas. Ensino por investigação.*

ABSTRACT: *The scientific literature has emphasized the importance of research experiences for students in initial teacher formation. Trying to better understand this scenario, the objective of this work was to investigate the perception of teaching degree students in Biological Sciences in a practical activity in research-based Science Teaching. To achieve this objective the students were accompanied in two practical disciplines during five semesters. During the development of the discipline's students were encouraged to keep notes about the whole process. At the end of the course an account of the activities developed was requested. This information was used as analysis material in this work. The data obtained suggest that the students' conceptions about the research and investigation process in education were related to the practice and interpretation of their own research project and that the experience of the project modified their conceptions about the research. This work presents that the experiences lived in the initial teacher formation instigate a greater reflection on the nature of research. In this way, I believe that the results presented here can contribute to the initial formation of these students.*

KEYWORDS: *Initial teacher training. Pedagogical practices. Teaching by research.*

Introducción

Las reformas actuales en la enseñanza de las ciencias en Brasil exigen cada vez más cambios en la forma de aprender de los alumnos. Para la mayoría de los profesores, esto requiere reflexionar sobre su propia práctica y desarrollar nuevos roles tanto para ellos como profesores como para los alumnos (DARLING-HAMMOND; MCLAUGHLIN, 1995). En esta perspectiva, Predebón y Pino (2016) destacan la importancia de insertar en la formación inicial docente prácticas que tengan un carácter investigativo. Según este enfoque, la investigación puede servir como medio para involucrar a los estudiantes en las ideas, conceptos, procesos y prácticas de la ciencia (ADLER et al., 2018). Aunque no es la única forma de enseñar ciencias, se cree que la enseñanza basada en la indagación tiene una poderosa influencia en el aprendizaje de los alumnos (NRC, 2000).

La enseñanza basada en la indagación abarca un amplio espectro de enfoques, que van desde la indagación estructurada y guiada por el profesor hasta la indagación abierta dirigida por el alumno (NRC, 2000; MUNFORD; LIMA, 2007; SASSERON, 2018). En la investigación estructurada, los alumnos investigan una pregunta presentada por el profesor a

través de un procedimiento prescrito, que conduce a un resultado predeterminado, similar a seguir una receta (KABERMAN; DORI, 2009). A diferencia de la indagación estructurada, en la indagación guiada los alumnos investigan las preguntas y los procedimientos que los profesores les presentan, pero son los propios alumnos los que deciden los procesos a seguir y pueden llegar a conclusiones imprevisibles pero bien diseñadas (BLANCHARD et al., 2010).

El aprendizaje basado en la indagación puede facilitar la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales y la comprensión como la promoción de habilidades de pensamiento flexible y prácticas epistémicas (HMELO-SILVER; DUNCAN; CHINN, 2007; MUNFORD; LIMA, 2007; SASSERON, 2018). Sin embargo, el aprendizaje basado en la indagación también presenta numerosos retos para los alumnos, y los profesores desempeñan un papel fundamental a la hora de facilitar este proceso (HMELO-SILVER; DUNCAN; CHINN, 2007). Crawford (2000) amplió este alcance y afirmó que el profesor en un aula basada en la indagación debe asumir una multitud de papeles, como motivador, diagnosticador, guía, innovador, experimentador, investigador, modelador, mentor y colaborador.

A pesar del papel central de la indagación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la enseñanza basada en este proceso rara vez se implementa en el aula (WINDSCHITL, 2003; MUNFORD; LIMA, 2007; CAPPS; CRAWFORD; CONSTAS, 2012). De esta manera muchos profesores terminan utilizando el modelo de enseñanza tradicional, reflejando la forma en que fueron enseñados, sin embargo puede haber otras razones para la ausencia de estas actividades, tales como: las creencias tradicionales sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje (SAAD; BOUJAOUDE, 2012), la falta de habilidades pedagógicas (SHULMAN, 2013), la falta de tiempo (LOUGHRAN, 1994), el conocimiento inadecuado de la práctica (SAAD; BOUJAOUDE, 2012) y la formación inadecuada. A la luz de estas conclusiones, una de las tareas más difíciles a las que se enfrentan los cursos de grado es desarrollar la capacidad de los profesores para apoyar a sus alumnos durante estas actividades. Con la intención de superar estas dificultades en la formación del profesorado Harres et al. (2005, p. 2) afirma que:

[...] investigadores en el área, provenientes de diferentes contextos, e incluso las nuevas directrices para la formación de profesores en Brasil indican la necesidad de implementar una perspectiva investigativa en la formación inicial. Sin embargo, estas innovaciones no están listas en ningún lugar.

El aprendizaje relacionado con las actividades de investigación que tienen los estudiantes de grado proviene de las experiencias de los cursos de grado. Como sucede en la

educación preescolar, el profesor de nivel superior no sólo enseña el contenido de sus cursos, sino que también modela prácticas y estrategias de enseñanza en los futuros profesores de sus clases (GROSSMAN; WILSON; SHULMAN, 1989). Por lo tanto, los estudiantes necesitan una instrucción más explícita en la enseñanza de la ciencia basada en la indagación, incluyendo cómo crear conocimiento a través de argumentos basados en la exploración y la evidencia (ROGERS, 2009). Por lo tanto, la construcción de estas habilidades en los profesores es esencial para aumentar la alfabetización científica en los estudiantes, que consiste en una comprensión significativa de los conceptos y habilidades científicas (MUNFORD; LIMA, 2007; BHATTACHARYYA; VOLK; LUMPE, 2009; SASSERON, 2018), así como el interés en la ciencia (LEE et al., 2008). Para evitar el ciclo continuo de representación negativa o inexacta de la ciencia en las aulas de la escuela primaria y secundaria, es imperativo que los programas de formación de profesores preparen a los estudiantes de forma más eficaz incorporando experiencias de investigación auténticas en los cursos de licenciatura para que no se les presente la investigación de forma superficial (BAXTER et al., 2004).

Por lo tanto, las disciplinas que proporcionan experiencias de investigación en la formación pedagógica de los estudiantes de grado son extremadamente importantes en la formación del profesorado para que puedan construir su propia identidad profesional y desarrollar dichas actividades en el aula (BREDA et al., 2016; CUNHA et al., 2016; STAFFORD, 2016; DATTEIN; GÜLLICH; ZANON, 2018). Los profesores de las asignaturas de prácticas docentes, por ejemplo, pueden ofrecer oportunidades a los estudiantes en formación para que realicen sus propias actividades de investigación en la enseñanza y vinculen sus experiencias en el aula (por ejemplo; OLIVEIRA; SCHNEIDER, 2016). Dichas disciplinas se configuran en un importante locus de investigación sobre las prácticas pedagógicas de los estudiantes de grado. Aliar las acciones propuestas por las disciplinas mencionadas a las prácticas de investigación parece ser una forma importante.

A partir de los temas abordados, el objetivo de este trabajo fue investigar la percepción de los estudiantes de pregrado en Ciencias Biológicas en una actividad práctica en la Enseñanza de las Ciencias basada en la indagación. Este trabajo también analizó cómo estas experiencias pueden contribuir a la práctica en el aula. Para ello, me propongo responder a las siguientes preguntas: i) ¿Cuál es el punto de vista de los estudiantes de pregrado con respecto a la indagación en el aula? ii) ¿Cuál es la contribución de las experiencias de indagación en el cambio de las concepciones de los estudiantes de pregrado? iii) ¿Los cursos de Práctica

Docente ayudan a los estudiantes de pregrado a adquirir habilidades en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación?

Metodología

Este trabajo se caracteriza por un enfoque de estudio de casos múltiples para dar sentido a las relaciones entre las concepciones y las acciones de los sujetos en relación con la investigación de sus acciones (HUBERMAN; MILES, 1994). Los participantes de la investigación para el desarrollo de las actividades corresponden a los estudiantes matriculados en las disciplinas de Prácticas Educativas en Biología 1 y Prácticas Educativas en Biología 2 dispuestas a lo largo de los años 2017 a 2019 (cinco semestres, 8 clases) de la carrera de Grado en Ciencias Biológicas de la Universidad de Brasilia. Las disciplinas de Práctica Docente en Biología 1 y 2 son disciplinas con actividades prácticas desarrolladas en grupo en las que los estudiantes proponen y elaboran un proyecto de investigación educativa para ser implementado en el aula con carácter investigativo, el cual puede ser completado hasta en seis meses. Los alumnos son informados al inicio de la asignatura de que el trabajo culmina con una presentación final para toda la clase y que el objetivo es defender la propuesta elaborada (tema, problema, metodología, resultados y conclusiones).

Como criterio de evaluación y análisis de los temas i) se animó a los alumnos a tomar notas recopiladas a lo largo de sus proyectos, destacando todos los elementos que consideraban importantes en esta experiencia; ii) durante la última semana de la asignatura, se invitó a los alumnos a enviar un informe escrito en el que describieran de forma individual y libre en qué consistía trabajar la investigación en el aula y qué aportación suponían estas prácticas docentes para su formación y iii) al final del curso, se pidió a los estudiantes que reflexionaran sobre los puntos positivos y negativos relacionados con el proyecto, las posibles implicaciones para su formación docente y sus percepciones sobre su propia experiencia de investigación y el proceso de aplicación de una intervención de investigación. Todos los informes se enviaron a través de la plataforma digital Google forms, para que los alumnos tuvieran total libertad para dar su opinión (42 informes enviados). Todo el material presentado se utilizó para responder a los objetivos propuestos.

El análisis de los datos se realizó en base a los supuestos teóricos de Bardin (2011) para el análisis de contenido. Se señala que, brevemente, en este tipo de análisis, inicialmente se lee todo el material producido y luego, se busca palabras, temas, expresiones que puedan configurarse en categorías de análisis, que posteriormente se discuten e interpretan en

comparación con la literatura (BARDIN, 2011). Las categorías de investigación surgieron de los datos contenidos en los informes, a partir de las reflexiones de los alumnos sobre la visión de la investigación en la Enseñanza de las Ciencias y sus relaciones con las asignaturas prácticas. El análisis dio lugar a 3 categorías: i) la primera sección describe las reflexiones de los estudiantes de grado y sus respectivas interpretaciones de la experiencia acumulada durante el trabajo de investigación en la enseñanza de las ciencias, ii) la segunda sección presenta las comprensiones de la investigación en la enseñanza de las ciencias, iii) y, finalmente, la tercera sección informa de las asociaciones de las asignaturas prácticas con el ejercicio de una actividad de investigación. Para preservar el anonimato de los estudiantes, los informes se designaron con la letra "EST" (referida al estudiante) seguida de la numeración.

Resultados y Discusiones

En cuanto a las experiencias a lo largo del proceso en la formación del profesorado, la mayoría de los estudiantes de grado (37, el 82%) declararon haber tenido tres tipos de experiencias relacionadas con el uso de la investigación en el aula. Sin embargo, los demás estudiantes (5, 18%) presentaron opiniones y conceptos erróneos sobre esta metodología. Estos estudiantes presentaron reflexiones que relacionaban el proceso de investigación con otros métodos de enseñanza (como las actividades prácticas y experimentales), lo que sugiere que existe una confusión con el término. Estas ideas se relacionan con muchos de los conceptos erróneos y mitos que los educadores tienen sobre la investigación (NRC, 2000).

Las experiencias citadas en relación con las vivencias fueron: i) las dificultades iniciales para proponer una investigación; ii) la superación de las dificultades; y iii) la sensación de estar realizando la actividad. Sin embargo, los informes presentados variaban en cuanto a la intensidad con la que se describían los sentimientos.

En la fase inicial de ejecución del proyecto, los estudiantes describieron experiencias predominantemente pesimistas, asociadas a su sensación de dificultad en la ejecución de la actividad, debido a la falta de distancia entre una práctica real aplicada y los conocimientos teóricos. Estas experiencias pueden salvar la brecha entre la teoría pedagógica (contenido) y la práctica docente (ADLER; ZION; RIMERMAN-SHMUELI, 2019). Los estudiantes de grado también se enfrentaron a la falta de preparación práctica para gestionar un aula, como se puede observar:

[...] cuando empezamos a trabajar el tema en el aula, los alumnos estaban muy ansiosos, lo que generó mucha conversación y discusión durante el desarrollo de la actividad... (EST 14)

Hubo muchas discusiones sobre la formación de grupos, el intercambio de compañeros, la elección de lugares [...] la falta de disciplina hizo que se perdiera mucho tiempo en el aula para llegar a un consenso... (EST 23)

[...] la falta de disciplina de los alumnos dificultó el rendimiento de las clases. La organización del espacio acabó llevando más tiempo que la actividad propuesta y, por tanto, tuvimos pérdidas en la puesta en marcha el primer día... (EST 27)

A partir del análisis de las reflexiones individuales, se pudo comprobar que este sentimiento está estrechamente ligado a la etapa de formulación de hipótesis, en la que, además, se observa una menor percepción del aprendizaje. En estos momentos de la disciplina, parece lógico encontrar cierta "inseguridad", que puede estar relacionada con la falta de confianza en sus capacidades docentes. Por ello, es necesario abordar explícitamente las actividades de investigación en los programas de formación del profesorado, como se ha hecho en el presente estudio. En cuanto a la percepción ejercida por los estudiantes de grado en esta etapa inicial, sus reflexiones indicaban una falta de preparación para gestionar el aula.

Creo que he realizado la actividad de forma bastante sencilla, pero he hecho muchos ajustes al principio de la actividad y al final he acabado haciendo más preguntas. Al principio de la actividad acabé optando por pocas preguntas, ... interrogando y observando a los estudiantes, pero no funcionó... (EST 4)

Pensaba que trabajar una pregunta con los alumnos sería difícil, pero recibir su respuesta fue aún peor... (EST 27)

Pensé mucho en cómo describiría exactamente la construcción de hipótesis con los estudiantes... Pensé que con las experiencias que tuve en la universidad las posibilidades enfatizan la necesidad de una respuesta que no se responda con "sí o no" (EST 31)

El licenciado EST 27 también sugirió que, aunque los estudiantes de secundaria tengan dificultades para crear hipótesis, se debe aprovechar el cuestionamiento generado por ellos y tratar de llevarlos a pensar en una "hipótesis", sin caracterizarla, enfatizando la importancia de trabajar la ciencia con base en la investigación, "no se puede saber simplemente si es una buena hipótesis... se espera que sea probada" (EST 27). Otro punto enumerado en este punto fue que tales actividades requerían una planificación inicial más intensa, diferente de la forma en que planificaban las clases tradicionales en las prácticas "[...] trabajar de esta manera es mucho más complicado que trabajar con clases tradicionales..." (EST 31).

A pesar de las numerosas publicaciones que apoyan las ventajas de un enfoque de investigación (CHEN et al., 2014; MARSHALL et al., 2016), su práctica docente sigue siendo

un reto. La falta de experiencias que permitan una puesta en práctica en el aula sigue siendo llamativa, teniendo en cuenta el énfasis que la enseñanza indagatoria ha recibido en las reformas educativas de las últimas décadas (NRC, 2000). Además, en los pocos casos en los que se aplica este enfoque, la incomprensión de la enseñanza de la indagación y de la naturaleza de la ciencia culmina en una mala aplicación (MCLAUGHLIN; MACFADDEN, 2014). También se destacan otros factores identificados como dificultades en la utilización de este enfoque, como los procesos de planificación y evaluación, la gestión del aula o los recursos y limitaciones del sistema educativo (ROMERO-ARIZA et al., 2020), como se ha retratado anteriormente.

Después de la fase inicial del proyecto, los estudiantes de grado informaron de que habían dedicado más tiempo a las dificultades que encontraban en relación con la aplicación de sus actividades en el aula. A medida que se desarrollaba el proyecto, los estudiantes comprendieron la necesidad de una mayor organización y planificación para llevar a cabo la actividad. Los estudiantes, con la ayuda del profesor titular, intervinieron en la falta de disciplina de los alumnos, mediaron en los problemas de conflicto que surgieron durante la aplicación y se apropiaron de la idea del papel fundamental que desempeñaron en ese momento.

He observado que, aunque soy estudiante de licenciatura, los alumnos de primaria nos ven como los líderes de la actividad, y me corresponde organizar la clase... los alumnos son de corta edad, lo que implica la necesidad de que una persona coordine sus acciones... (EST 4)

En este punto, las reflexiones negativas de los estudiantes se fueron reduciendo y sustituyendo por experiencias positivas. En resumen, la experiencia de superar las dificultades puede considerarse un punto de inflexión en la percepción de los estudiantes. Así, podemos inferir que empiezan a entender que el éxito de la aplicación era básicamente su responsabilidad, siendo conseguido con los esfuerzos, conocimientos y habilidades adquiridos. En esta etapa, sus dudas fueron sustituidas por una mayor confianza.

En medio del desarrollo de las actividades, la mayoría de los estudiantes de grado se dieron cuenta de una mayor recursividad en las actividades, comprendiendo algunas ventajas de trabajar con la investigación en la Enseñanza de las Ciencias. En ese momento, los estudiantes empezaron a sentirse seguros para la aplicación. Uno de los aspectos observados en esta fase de desarrollo de la actividad fue la oportunidad de establecer relaciones personales con los alumnos.

Trabajar con actividades de investigación en la escuela secundaria fue bastante interesante y agradable, a través de las discusiones generadas para crear y responder a las hipótesis planteadas me fue posible ayudar a los estudiantes de manera individual. He podido llevar a cabo el trabajo de pensamiento científico de la misma manera que mi supervisor lo hace conmigo... (EST 14)

Estos resultados parecen cohesionados si se considera que quizás los participantes no han tenido el momento/oportunidad de realizar actividades de investigación durante sus prácticas obligatorias, dado que este enfoque aún no está extendido en la práctica educativa (VÁZQUEZ; MANASSERO, 2015). A diferencia de lo observado por Adler; Zion y Rimerman-Shmueli (2019), los resultados muestran que las reflexiones de los estudiantes de grado sobre la comprensión procedimental, el aprendizaje como proceso y el punto de vista afectivo fueron de moderadas a altas. Estas observaciones sugieren la capacidad de los alumnos de apoyar eficazmente estos aspectos mientras guían la actividad.

En la fase final del trabajo, se observó que casi todos los estudiantes de grado tenían un sentimiento de "deber cumplido" tras los cambios producidos en sus clases. La disciplina de los alumnos, que antes se colocaba como un obstáculo para la realización de la actividad, se modificó. Según las reflexiones presentadas, con el desarrollo de la actividad, los estudiantes de grado fueron capaces de gestionar la clase con mayor eficacia, liderando así el trabajo. Por lo tanto, es posible inferir que los estudiantes de grado se hicieron más conscientes del proceso de investigación científica, contribuyendo también a una mejor gestión del aula.

Otra categoría emergente fue la "comprensión de la investigación en la enseñanza de las ciencias". En esta categoría se pudo inferir que hubo una mayor comprensión de la actividad durante la experiencia. Los estudiantes universitarios reflexionaron sobre el impacto de las actividades de investigación en sus propios conocimientos y actitudes hacia la enseñanza de las ciencias. Aunque simulaban diferentes actividades en el aula, esta comprensión se produjo principalmente al final de las actividades, cuando empezaron a desarrollar una mayor comprensión del proceso, como se puede observar en el siguiente relato:

*Desde el principio de la actividad tuve autonomía de mi proyecto. La posibilidad de elegir un tema en el que me interesaba trabajar con los alumnos me motivó a comprometerme con mis observaciones, pero sólo al final pude comprender mejor todo lo que estaba desarrollando (EST 22)
[...] a diferencia de las experiencias de formatos de clase que tuve desde la escuela primaria hasta la enseñanza superior, en la que sólo teníamos clases magistrales, una clase con investigación era un reto. Desafío porque*

nunca había tenido algo similar, pero me reveló un método eficaz para tratar temas que no siempre son agradables para los estudiantes..., fue al final de mi proyecto que obtuve el liderazgo de la clase y pude entender las habilidades que se desarrollan en este tipo de práctica (EST 40)

Estas reflexiones se alinean con otros autores (KAZEMPOUR, 2013), indicando que la inmersión de los académicos en experiencias de aula puede ser una forma de incrementar sus conocimientos y habilidades en la investigación científica, así como su confianza y motivación para abordar una actividad investigadora en la Enseñanza de las Ciencias. Aunque los estudiantes pueden tener problemas iniciales con las actividades, tras su finalización se observa un sentimiento de satisfacción por el éxito en las actividades, seguido de críticas sobre los proyectos.

En el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación, algunos autores sugieren que el desarrollo profesional en la fase de formación inicial proporcione a los profesores experiencias de investigación. Esto se debe a que los estudiantes que pasan por estos desafíos pueden desarrollar mejores prácticas de enseñanza que guíen efectivamente a sus estudiantes a través del proceso de indagación (KAZEMPOUR, 2009). Además, Sadeh y Zion (2009) sugieren que los estudiantes universitarios que practican la actividad de indagación muestran un mayor dominio en la realización de las dinámicas y procesos de indagación.

De acuerdo con los resultados, se pudo observar que la participación de los estudiantes en una actividad de investigación en la Enseñanza de las Ciencias se centró más en las incertidumbres de la actividad científica que en otros aspectos del proceso de investigación. Según Adler; Zion y Rimerman-Shmueli (2019), centrar la atención en la incertidumbre que implica el proceso de indagación es un paso importante para su empoderamiento en la implementación de actividades basadas en la indagación en el aula y orienta eficazmente a sus alumnos en los procesos de aprendizaje inciertos e impredecibles.

Los estudiantes universitarios que participaron en las actividades y presentaron la reflexión hablaron del proceso continuo de una actividad de investigación. Señalaron que dicha actividad no termina cuando el proyecto finaliza, ya que el contexto de cada estudiante hace que surjan preguntas que aún deben ser exploradas. También mencionan la necesidad de una continuidad de la actividad: "Sería interesante continuar la actividad para poder ver los resultados en el tiempo" (EST 8). De esta manera, es importante que los profesores aborden el cuestionamiento como un proceso continuo a lo largo del proceso de investigación, mientras tratan de encontrar una solución al problema científico que se está trabajando (ADLER; ZION; RIMERMAN-SHMUELI, 2019). A partir de estos resultados, proponemos que, en los

cursos de licenciatura, el continuo de pensamiento que subyace al proceso de investigación debe estructurarse de forma intencionada y explícita en las disciplinas pedagógicas. Las reflexiones de los participantes sugieren una comprensión del proceso de indagación científica y una mayor disposición y sentido de preparación para incorporar experiencias de indagación en la enseñanza de las ciencias en sus futuras aulas.

Teniendo en cuenta las reflexiones desarrolladas por los estudiantes de grado, la siguiente categoría relaciona "las asociaciones de las asignaturas prácticas con el ejercicio de una actividad investigadora". Según Freitas y Villani (2016), los estudiantes de grado son alumnos que están construyendo activamente visiones sobre la enseñanza y el aprendizaje basadas en experiencias personales desarrolladas durante las experiencias vividas. Así, las experiencias vividas en las escuelas, a través de la investigación, permiten una mayor reflexión sobre las prácticas pedagógicas, como se retrata en los siguientes informes:

El contacto con la actividad propuesta en la asignatura contribuyó a una mejor formación profesional. Aunque no sigamos en este ámbito, esta experiencia cambia nuestra visión dentro del aula, porque aprendemos a observar y a intentar comprender lo que observamos... lo que nos hace mejores profesores (EST 25)

La experiencia de investigación es una forma activa de producir conocimiento, y no sólo de reproducirlo. Esto es muy valioso, y creo que debería fomentarse más dentro de las instituciones educativas, ya que nos saca de la posición pasiva dentro de la educación y el aprendizaje (EST 36).

Algunos autores (DRESNER; WORLEY, 2006; MORRISON, 2008; ZION et al., 2018) sugieren que los profesores en formación pueden desarrollar una mayor comprensión de la ciencia de la indagación a través de los logros individuales en sus cursos de pregrado. Por lo tanto, los cursos que ofrecen este tipo de experiencias prácticas de indagación pueden proporcionar herramientas poderosas para orientar la capacidad de los futuros profesores de guiar a sus estudiantes en una tarea de indagación (ZION et al., 2018).

En este escenario, Menezes (2017) afirma que la experiencia de la práctica de la investigación, asistida por las reflexiones sobre la enseñanza, puede ofrecer una posibilidad para que el pregrado reflexione sobre su formación profesional incluso ante las dificultades. Cabe destacar que "no todo profesor, por ser reflexivo, es también investigador, aunque lo recíproco es, forzosamente, cierto" (LÜDKE, 2001, p. 31). Las actividades de investigación sugieren que el investigador ejerza una postura reflexiva, desarrollando un sentido crítico (LÜDKE, 2001).

La percepción que tienen los alumnos sobre sus actividades muestra la experiencia vivida, corroborando las consideraciones hechas por otros trabajos (TARDIF; LESSARD;

LAHAYE1991; THERRIEN, 1997). Tardif, Lessard y Lahaye (1991) señalan que los profesores confieren un estatus individual al conocimiento de la experiencia, a través del cual desarrollan parámetros para juzgar lo que consideran importante como competencia profesional para la enseñanza.

En cuanto a las asociaciones del ejercicio de la investigación con las asignaturas de prácticas, algunos estudiantes informaron:

La práctica de una actividad de investigación ha despertado aún más mi interés por la educación.... (EST 2).

La disciplina me permitió tener un estrecho contacto con la investigación, en la que tuve que trabajar en todas las etapas del proceso de investigación. También pude aprender mucho en contacto con las discusiones producidas por mis alumnos. (EST 16).

Con una mirada más crítica sobre las actividades, puedo entender que la educación es muy compleja. La potenciación del conocimiento es la confluencia de la teoría, la práctica, el campo entre otros, con objetivos fijados y previamente investigados y analizados para que finalmente se produzca el verdadero aprendizaje (EST 19).

La práctica investigadora desarrollada como una de las disciplinas pedagógicas del Grado en Ciencias Biológicas permite al alumno una mejora profesional con la inserción de la investigación en la Enseñanza de la Biología. Pensando en cómo contribuir a la ampliación de los espacios de investigación y reducir el espacio entre la institución y la escuela, considero la afirmación de Orso (2000):

Hay un desfase entre lo que se enseña y la realidad que viven los alumnos. Esta constatación nos lleva a repensar el trabajo que se realiza en la escuela y la universidad, de manera que se contribuya a superar esta fragmentación. Seguro de que no puedo entender todas mis preguntas, termino este trabajo con la convicción de que hay mucho que estudiar en la enseñanza de la biología (ORSO, 2000, p. 3).

Por último, todos los estudiantes aquí descritos destacan también las experiencias prácticas vividas a través de la investigación en la enseñanza de la biología como requisito para la construcción del conocimiento y el aprendizaje de las ciencias. Estas observaciones contribuyen a fomentar la práctica de la investigación en el aula, así como en otras prácticas basadas en la indagación. Más concretamente, sugieren la importancia de ofrecer a los estudiantes que están en proceso de formación docente oportunidades para experimentar esta estrategia de enseñanza de forma práctica, con el fin de construir una identidad profesional. Esta tendencia de los estudiantes de grado también se encontró en la literatura (WINDSCHITL, 2003, MENEZES, 2017).

Consideraciones finales

Al tratar de comprender la contribución de las experiencias de investigación en el cambio de las concepciones de los estudiantes de grado, se observó que las disciplinas prácticas proporcionan a los estudiantes experiencias que modifican las concepciones que tienen sobre la investigación en el aula. Estas modificaciones se presentan en la forma en que los estudiantes reflexionan sobre el proceso de investigación en la enseñanza de las ciencias en el aula, acercándolos a la producción de conocimiento. De este modo, es posible inferir que los estudiantes universitarios fueron capaces de comprender los diferentes aspectos del aprendizaje basado en la investigación. Nuestra tercera pregunta se refiere a la importancia de las asignaturas de Práctica Docente y cómo contribuyen con los estudiantes de grado a adquirir habilidades en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. A pesar de observar la importancia que tienen las disciplinas prácticas en el desarrollo de los alumnos, cabe mencionar que la investigación tiene algunas limitaciones. Respecto a estas limitaciones se menciona que los participantes del trabajo fueron observados en una situación de formación inicial y no en sus propias aulas, el tipo de interpretaciones de los resultados y el pequeño tamaño de la muestra. Debido a estas limitaciones, no podemos determinar hasta qué punto el uso de la indagación en el aula desarrolló una mejor comprensión de los estudiantes de grado sobre las principales características de la indagación. Sin embargo, nuestros resultados demuestran que la participación de los estudiantes universitarios en este proceso apoyó las reflexiones sobre las características dinámicas de la investigación.

REFERENCIAS

ADLER, I. *et al.* Reading between the lines: The effect of contextual factors on student motivation throughout an open inquiry process. **Science Education**, v. 102, n. 4, p. 820-855, 2018.

ADLER, I.; ZION, M.; RIMERMANN-SHMUELI, E. Fostering Teachers' Reflections on the Dynamic Characteristics of Open Inquiry through Metacognitive Prompts. **Journal of Science Teacher Education**, v. 30, n. 7, p. 763-787, 2019.

BARDIN, L. **Content analysis**. São Paulo: Edições, 2011. v. 70, p. 279.

BAXTER, B. K. *et al.* Using a multilevel assessment scheme in reforming science methods courses. **Journal of Science Teacher Education**, v. 15, n. 3, p. 211-232, 2004.

BHATTACHARYYA, S.; VOLK, T.; LUMPE, A. The influence of an extensive inquiry-based field experience on pre-service elementary student teachers' science teaching beliefs. **Journal of Science Teacher Education**, v. 20, n. 3, p. 199-218, 2009.

BLANCHARD, M. *et al.* Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. **Science Education**, v. 94, n. 4, p. 577-616, 2010.

BREDA, A. *et al.* A investigação como princípio educativo na formação de professores de Ciências e Matemática. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 13, n. 1, 2016.

CAPPS, D. K.; CRAWFORD, B. A.; CONSTAS, M. A. A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. **Journal of science teacher education**, v. 23, n. 3, p. 291-318, 2012.

CHEN, H.-T. *et al.* Longitudinal study of an after-school, inquiry-based science intervention on low-achieving children's affective perceptions of learning science. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 13, p. 2133-2156, 2014.

CRAWFORD, B. A. Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 37, n. 9, p. 916-937, 2000.

CUNHA, R. S. *et al.* Formação inicial docente e suas relações dentro do âmbito escolar. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 3, p. 585-596, 2016.

DARLING-HAMMOND, L.; MCLAUGHLIN, M. W. Policies that support professional development in an era of reform. **Phi delta kappan**, v. 76, n. 8, p. 597-604, 1995.

DATTEIN, R. W.; DA COSTA GÜLLICH, R. I.; ZANON, L. B. Escritas reflexivas compartilhadas como estratégia de formação inicial: a pesquisa no ensino e na iniciação à docência em ciências. **Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 1, 2018.

DRESNER, M.; WORLEY, E. Teacher research experiences, partnerships with scientists, and teacher networks sustaining factors from professional development. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2006.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2016.

GROSSMAN, P. L.; WILSON, S. M.; SHULMAN, L. S. Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. **Profesorado, Revista de currículo y formación del profesorado**, v. 9, n. 2, p. 1-25, 1989.

HARRES, J. B. S. *et al.* Laboratórios de Ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências. **ESETec**, v. 1, p. 99, 2005.

HMELO-SILVER, C. E.; DUNCAN, R. G.; CHINN, C. A. Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller. **Educational psychologist**, v. 42, n. 2, p. 99-107, 2007.

HUBERMAN, A. M.; MILES, M. B. **Data management and analysis methods**. 1994.

KABERMAN, Z.; DORI, Y. J. Question posing, inquiry, and modeling skills of chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 7, n. 3, p. 597-625, 2009.

KAZEMPOUR, M. Impact of inquiry-based professional development on core conceptions and teaching practices: A case study. **Science Educator**, v. 18, n. 2, p. 56-68, 2009.

KAZEMPOUR, M. The Interrelationship of Science Experiences, Beliefs, Attitudes, and Self-Efficacy: A Case Study of a Pre-Service Teacher with Positive Science Attitude and High Science Teaching Self-Efficacy. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 1, n. 3, p. 106-124, 2013.

LEE, O. *et al.* Urban elementary school teachers' knowledge and practices in teaching science to English language learners. **Science Education**, v. 92, n. 4, p. 733-758, 2008.

LOUGHRAN, J. Bridging the gap: An analysis of the needs of second-year science teachers. **Science Education**, v. 78, n. 4, p. 365-386, 1994.

LÜDKE, M. **A complexa relação entre o professor e a pesquisa.** O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores. Campinas: Papirus, p. 27-54, 2001.

MARSHALL, J. C. *et al.* Inquiry-based instruction: A possible solution to improving student learning of both science concepts and scientific practices. **International journal of science and mathematics education**, v. 15, n. 5, p. 777-796, 2017.

MCLAUGHLIN, C. A.; MACFADDEN, B. J. At the elbows of scientists: Shaping science teachers' conceptions and enactment of inquiry-based instruction. **Research in Science Education**, v. 44, n. 6, p. 927-947, 2014.

MENEZES, J. P. C. Importância de trabalhar práticas de ensino na formação inicial docente. *In: Ciências da Natureza e Formação de Professores: entre desafios e perspectivas apresentados no CECIFOP 2017.* 1. ed. 2017.

MORRISON, J. A. Individual inquiry investigations in an elementary science methods course. **Journal of Science Teacher Education**, v. 19, n. 2, p. 117-134, 2008.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and the national science education standards:** A guide for teaching and learning. National Academies Press, 2000.

OLIVEIRA, J. M. P.; SCHNEIDER, E. M. Os projetos de trabalho: uma alternativa na formação inicial para a articulação teórico-prática. **Revista de educación en biología**, v. 19, n. 1, p. 19-34, 2016.

ORSO, P. J. Educação e saúde: a interdisciplinaridade como desafio. **ETD-Educação Temática Digital**, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2000.

PREDEBON, F.; DEL PINO, J. C. Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 237-254, 2016.

ROGERS, M. A. P. Elementary preservice teachers' experience with inquiry: Connecting evidence to explanation. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 3, p. 47, 2009.

ROMERO-ARIZA, M. *et al.* Highly Recommended and Poorly Used: English and Spanish Science Teachers' Views of Inquiry-Based Learning (IBL) and Its Enactment. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 16, n. 1, 2020.

SAAD, R.; BOUJAOUDE, S. The relationship between teachers' knowledge and beliefs about science and inquiry and their classroom practices. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 8, n. 2, p. 113-128, 2012.

SADEH, I.; ZION, M. The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 46, n. 10, p. 1137-1160, 2009.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Journal of Education**, v. 193, n. 3, p. 1-11, 2013.

STAFFORD, J. R. O currículo e o trabalho por meio de projetos: construindo alternativas pela prática investigativa. **Regae-Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, v. 5, n. 10, p. 55-64, 2016.

TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L. Esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, v. 1, n. 4, p. 215-253, 1991.

THERRIEN, J. Saber de experiência, identidade e competência profissional: como os docentes produzem sua profissão. **Contexto & Educação**, v. 12, n. 48, p. 7-36, 1997.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M.-A. Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. **Revista Española de Pedagogía**, p. 343-363, 2015.

WINDSCHITL, M. Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. **Science Education**, v. 87, n. 1, p. 112-143, 2003.

ZION, M. *et al.* Supporting Teachers' Understanding of Nature of Science and Inquiry Through Personal Experience and Perception of Inquiry as a Dynamic Process. **Research in Science Education**, p. 1-24, 2018.

Cómo referenciar este artículo

MENEZES, J. P. C. Diseño de la investigación en la enseñanza de las ciencias. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 2881-2897, out./dez. 2021. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v16i4.13688>

Enviado el: 01/07/2021

Revisiones necesarias: 04/08/2021

Aprobado el: 11/09/2021

Publicado el: 21/10/2021