



Recibido: 14/12/2022 | Aprobado: 19/05/2023

Un proyecto investigativo formativo en Ciencias Naturales en la Unidad Educativa Alfonso Laso Bermeo (Original).

A formative research project in Natural Sciences at the Alfonso Laso Bermeo Educational Unit (Original).

Elizabeth Natali Martínez Martínez. *Ingeniera Agroindustrias. Magíster en Química Mención Química Física. Docente del área de Ciencias Naturales. Unidad Educativa Fiscal Alfonso Laso Bermeo. Quito, Ecuador.* E-mail: [enatali20253@gmail.com] .

Selena Hernández Benítez. *Licenciada en Educación en la especialidad Química. Docente del área de Ciencias Naturales. Unidad Educativa Fiscal Alfonso Laso Bermeo. Quito, Ecuador.* [selenahb26@gmail.com] .

Betty Dalila Sinaluiza Vichisela. *Licenciada en Ciencias de la Educación en Ciencias Naturales y del Ambiente Biología y Química. Docente de Biología y Química. Unidad Educativa Fiscal Alfonso Laso Bermeo. Quito, Ecuador.* E-mail: [bettysinaluiza.1895@gmail.com] .

Resumen

La formación científica de los estudiantes, independientemente del nivel educativo particular, constituye una exigencia en la mayoría de los países. Los sistemas educacionales declaran la necesidad de trabajar la investigación, algunos como exigencia curricular y otros como necesidad dentro de la formación integral, pero trabajada extracurricularmente. En el caso de Ecuador, los documentos reglamentarios del Bachillerato General Unificado declaran la formación científica e integral de los estudiantes en diferentes espacios, a pesar de que las prácticas educativas no siempre se encausan hacia esas pretensiones. En el presente artículo, se expone el resultado de una investigación que propone el tratamiento a la investigación formativa desde la estructuración de un proyecto en el área de las Ciencias Naturales, en el nivel de Bachillerato de una Unidad Educativa; donde la integración de materias, de espacios y las relaciones con el entorno socioeconómico y natural resultan esenciales. La investigación

desarrollada resulta interesante, al apostar por el carácter reflexivo y autorreflexivo, tanto individual como grupal, propio de la investigación cualitativa, a pesar de la lógica cuantitativa que prevalece en la estructura del proyecto que se propone. El criterio consensuado de expertos y participantes en la estructuración permiten aseverar la significatividad y suficiencia del proyecto para el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes, y el aprendizaje científico y tecnológico exigido.

Palabras clave: investigación formativa; proyecto; Ciencias Naturales; Bachillerato.

Abstract

The scientific formation of students, regardless of their particular educational level, is a requirement in most countries. Educational systems declare the need to work on research, some as a curricular requirement and others as a need within comprehensive training, but worked extracurricularly. In the case of Ecuador, the regulatory documents of the unified general baccalaureate declare the scientific and integral formation of students in different spaces, despite the fact that educational practices are not always prosecuted towards these claims. In this article, the result of a research that proposes the treatment of formative research from the structuring of a project in the area of natural sciences, is exposed at the baccalaureate level of an educational unit; where the integration of materials, spaces and relationships with the socioeconomic and natural environment are essential. The research carried out is interesting, as it bets on the reflective and self-reflexive character, both individual and group, typical of qualitative research; despite the quantitative logic that prevails in the structure of the proposed project. The consensus criteria of experts and participants in the structuring, allow to assert the significance and sufficiency of the project for the development of investigative skills in students, and the required scientific and technological learning.

Keywords: formative research; project; Natural Sciences; Baccalaureate

Introducción

El nivel educacional de Bachillerato en Ecuador, en tanto tercer nivel de educación escolarizada, demanda el reconocimiento a la complementariedad e integración interdisciplinaria de la formación que se recibe porque en él se prepara al estudiante para su continuidad en la Educación Superior. En tal sentido, se explicita la necesidad del valor de la innovación, la comprensión del desarrollo y sus limitaciones, el trabajo con los procesos químicos, físicos y biológicos, así como los aportes científicos y tecnológicos.

Se declara la formación para la toma de decisiones de los estudiantes antes los complejos problemas ambientales, culturales, entre otros. Se precisa, según lo abordan los documentos programáticos, del desarrollo por los estudiantes de investigación de campo y de la experimentación como fundamento para la argumentación lógica y crítica. En consecuencia, se hace necesario cada vez más una educación que potencie la formación del estudiantado para integrar conocimientos e incorporar métodos de investigación científica de la realidad para su transformación.

Algunos autores referenciados por Castro *et al.* (2019), exponen la significación de la investigación como mecanismo formativo de los estudiantes. Tal es el caso de Dempster y Blackmore (2002), Healey y Jenkis (2007), Chi (2010) y Rojas (2015), los cuales reconocen las dificultades que enfrenta el estudiantado a su arribo a la universidad y cómo la investigación puede propiciar métodos de carácter científico para la construcción del conocimiento y no solamente para apropiarse de los resultados de las investigaciones de otros.

En el bachillerato, la investigación podría considerarse un proceso completamente didáctico e interactivo, debido a que, en la aplicación, los estudiantes participan

activamente apropiándose y construyendo sus propios conocimientos mediante la práctica, el trabajo individual, el aprendizaje grupal y el descubrimiento; es aquí donde se desarrollan las actitudes por medio de la innovación científica y tecnológica. (Castro, G. *et al.*, 2019, p. 70)

Los problemas que presentan tanto los estudiantes como los profesores son evidentes pues no siempre se cuenta con problemáticas reales que pudieran convertirse en necesidades sentidas por la sociedad y, como consecuencia, por los estudiantes. Lo que sí está claro es que, al ingreso a la universidad, se manifiestan sobremanera estas inconsistencias.

Diversos estudios confirman el problema que presentan los estudiantes que salen de Bachillerato y que ingresan a la universidad en cuanto a los hábitos por la investigación, las enseñanzas proporcionadas por los docentes de Bachillerato son deficientes, la mayoría de estudiantes no sienten motivación por investigar y crear proyectos, se denota la costumbre de recibir información por parte del docente mediante la proporción en materiales, mas no se han incentivado por involucrarse en la realización de proyectos. (Castro, G. *et al.*, 2019, p. 70)

En relación con lo planteado, se defiende la idea de que el uso de la investigación como mecanismo formativo de los estudiantes de bachillerato debe hacerse a partir de proyectos que partan de problemáticas reales de las sociedades locales, pues pudieran constituir necesidades directas de los estudiantes que se forman. Estas problemáticas se pueden diagnosticar por estudiantes y profesores en trabajo de campo o presentadas por los profesores a partir de investigaciones exploratorias previas.

En un estudio científico previo desarrollado por Martínez (2019), se pudo corroborar una problemática relacionada con la composición de los suelos y su posible influencia en la

agricultura de la zona. Se exploró que, en medio de la crisis climática global, las prácticas agrícolas indiscriminadas pueden conllevar al desgaste sustancial de los suelos, por lo que se han demandado materiales inteligentes producidos a partir de reservorios sostenibles e inagotables, como el carbono naturalmente degradable, no fósil y con menor toxicidad que ha ido en incremento. Por lo tanto, la viabilidad de los biomateriales, con especial énfasis en los biopolímeros derivados de materias prima de biomasa disponibles de forma natural ha sido estudiada en los últimos años.

Esta problemática está relacionada directamente con las materias del área de las Ciencias Naturales, por lo que pudiera pensarse en la participación de los estudiantes y los profesores para profundizar a través de la investigación. Surge la interrogante de cómo involucrar protagónicamente a los estudiantes en la investigación de la composición de los suelos y el uso de nanomateriales para el mejoramiento agrícola de una localidad.

El aprendizaje basado en proyecto, el trabajo con la investigación formativa en otros espacios y los estudios de materias de las Ciencias Naturales relacionados con la Química y la agricultura, han sido abordados por autores como Zúñiga et. al. (2023), Yera, et. al. (2021), Guerra et. al. (2021), Espinoza (2020), García (2023), Castro et. al. (2019) y Carrillo et. al. (2021); justificando y sugiriendo la significación de la investigación y el desarrollo de proyectos con fines formativos.

El objetivo de la investigación que se expone en el presente artículo fue la estructuración de un proyecto de investigación formativa con la participación protagónica de estudiantes y profesores de ciencias naturales en la Unidad Educativa Alfonso Laso Bermeo de Quito, Ecuador.

Materiales y métodos

La investigación desarrollada se sustenta en el paradigma dialéctico y sociocrítico, al reconocer el desarrollo y autodesarrollo de los objetos de la realidad, a partir de las contradicciones que los generan. De igual manera, se defiende que la construcción del conocimiento es un proceso autorreflexivo que parte de las necesidades socioindividuales en los grupos, en los que se potencia el desarrollo de las capacidades de los integrantes. En consecuencia, el enfoque de investigación predominante es el cualitativo.

Se utilizaron métodos teóricos como el análisis y la síntesis, en el estudio de la problemática y la determinación de los fundamentos teóricos y el procesamiento de la información que se presentó. También la inducción y deducción, al penetrar en casos particulares y generalizaciones de estudios de los suelos y de la realización de proyectos relacionados con las problemáticas agrícolas y el uso de los nanomateriales.

Por otro lado, la aplicación de métodos, procedimientos y técnicas de carácter empírico ayudó a la conformación del proyecto. Se destacan la observación, los talleres de intercambio grupal, el grupo focal, la lluvia de ideas y el consenso. La valoración de la significatividad y suficiencia del proyecto estructurado fue lograda a través del método Criterio de Experto, que permite triangular metodológicamente la investigación y sus resultados.

Análisis y discusión de los resultados

Se comprende la investigación formativa como el proceso a través del cual se propicia el aprendizaje de los estudiantes desde la investigación. A pesar de que esta manera de enseñar y aprender, en consecuencia, formar, se ha concebido fundamentalmente en los centros de Educación Superior, se considera y defiende la idea de que es posible utilizarla en los diferentes niveles educacionales. Se asumen los proyectos, de igual manera, como mecanismo de gestión de la investigación en general y de la formativa en particular.

Un proyecto de investigación es un propósito estructurado y viabilizado a partir de una necesidad individual o común a un grupo de personas, cuya solución precisa de un proceso de investigación científica desarrollado en un tiempo predeterminado y con los recursos humanos, materiales y financieros necesarios y suficientes para la consecución del propósito con la participación y el protagonismo de todos.

Si el proyecto de investigación tiene intencionalidad formativa, entonces deben integrarse dos propósitos en su estructuración: el formativo y el investigativo; los que pueden coincidir en el caso en que la problemática a investigar se enmarque en un objeto formativo. En la propuesta de proyecto que se estructura en este artículo se integra la intencionalidad formativa de los estudiantes de tercer año de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Alfonso Laso Bermeo de Quito, a una problemática relacionada con el desarrollo agrícola local como problemática base.

El proyecto investigativo formativo debe construirse con la participación de los estudiantes, los profesores de las materias correspondientes a las Ciencias Naturales y los actores agrícolas de la comunidad. Se combina, por tanto, la enseñanza aprendizaje áulicos con la educación extraescolar, al aire libre como lo declara la normativa ecuatoriana. La formación de los estudiantes debe propiciarse en correspondencia con la metodología a usar en la estructuración del proyecto.

La identificación de la problemática base debe desarrollarse, preferentemente, en el contexto natural, donde existen las necesidades sentidas. Su argumentación, desde la teoría y la práctica, puede desarrollarse en diferentes contextos o espacios; lo que implica tiempo y dedicación, pero con la participación de todos los implicados. Se consideran implicados, a quienes sienten la necesidad y los que tienen el querer y el poder para satisfacerla. Los

estudiantes y profesores relacionados con las áreas del conocimiento de las Ciencias Naturales son implicados directos también.

En esta ocasión, se utilizó una problemática identificada por la autora principal en una investigación anterior para proceder a la búsqueda de los argumentos necesarios y suficientes. Hay que tener presente que no siempre los estudiantes poseen los conocimientos requeridos; en muchos casos, tampoco están incluidos en los programas o sílabos de las materias, por lo que se deben generar capacitaciones con contenidos ampliados, siempre relacionándolos con la problemática y con los contenidos a vencer curricularmente.

La problemática presentada se identificó en la Agrícola Jiménez del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. La Maná está localizada sobre una llanura de la cordillera occidental de Los Andes, a aproximadamente 150 Km de distancia de la capital de Cotopaxi, Latacunga. De acuerdo con el significado de su vocablo de origen, el nombre de este cantón es atribuido a la fertilidad de sus suelos, debido a que son aptos para cualquier tipo de cultivo.

Se necesita investigar la composición de los suelos para delimitar su influencia en los resultados agrícolas, no solamente desde el punto de vista de las cantidades, sino de la sostenibilidad medioambiental. Para ello debe sistematizarse la información relacionada con los suelos, su composición y la influencia en la agricultura.

La sistematización de la información la realizan los participantes involucrados, en especial los estudiantes y los profesores del área de Ciencias Naturales. Se presenta una guía con los contenidos temáticos y se procede a la búsqueda y resumen de la información. Se asigna el tiempo necesario y suficiente y se determina la manera de presentarla.

Entre las temáticas a abordar se encuentran la definición de suelo y clasificación, la caracterización de los suelos y de los suelos agroproductivos, la identificación de posible

microflora y la fauna existente, la implementación de las nuevas tecnologías para conservación de suelo y el mejoramiento de la calidad del suelo. Debe propiciarse la participación de todos los implicados, fundamentalmente los estudiantes y profesores por materias, del área de las Ciencias Naturales.

Tabla 1.

Estructuración de la búsqueda de información sobre los suelos y su mejoramiento.

Problemática investigada.	Temas de estudio para su fundamentación.	Referentes autorales (propuesto por Martínez (2019))	Participantes en el estudio.
Posible influencia de la composición de los suelos en los resultados agrícolas.	Definición de suelo y clasificación. Caracterización de los suelos y de los suelos agroproductivos. Posible microflora y fauna existente según el suelo. Implementación de las nuevas tecnologías para la conservación del suelo. El mejoramiento de la calidad del suelo.	Maurya et al. (2020), De Deyn & Kooistra. (2021), Bernal et al. (2015), Basak et al. (2021), De Deyn & Kooistra (2021), Javed et al. (2021), Saeed et al. (2021), P. Sharma et al. (2021)	Estudiantes de los tres años de bachillerato y profesores del área de Ciencias Naturales.
Presentación de la información sistematizada.			

Fuente: elaboración propia.

De la sistematización efectuada hasta aquí se llega a la idea de que existen en los suelos de la zona nanomateriales carbonáceos, que pudieran estar influyendo en el desempeño de los suelos desde el punto de vista agrícola. A partir de este momento, se precisa de una búsqueda para sistematizar los contenidos relacionados con la problemática y se formula la interrogante que sintetiza inicialmente la investigación y a la que debe dársele respuesta, a saber:

¿Qué elementos pudieran evidenciar el favorecimiento del desempeño de los suelos agro-productivos con la inclusión de nanomateriales carbonáceos obtenidos por síntesis hidrotermal de biomasa?

Para la búsqueda de la información que pudiera fundamentar desde el punto de vista teórico la respuesta a la interrogante determinada, se debe profundizar en nuevas temáticas por áreas de conocimiento, con la participación de estudiantes y profesores.

Tabla 2.

Estructuración de la búsqueda de información sobre nanomateriales y nanopartículas carbonáceos.

Problemática investigada.	Temas de estudio para su fundamentación.	Referentes autorales (propuesto por Martínez, E. N. (2019))	Participantes en el estudio.
Posible favorecimiento del desempeño de los suelos agroproductivos con la inclusión de nanomateriales carbonáceos obtenidos por síntesis hidrotermal de biomasa	Materiales superabsorbentes. Fuentes naturales de obtención. Métodos de obtención artificial. Propiedades físico-químicas de los materiales superabsorbentes. Normativas de uso de los materiales superabsorbentes. Nanopartículas. Fuentes naturales de nanopartículas. Propiedades físico-químicas de las nanopartículas. Técnicas de caracterización de nanopartículas. Métodos de conservación de nanopartículas. Nanomateriales carbonados. Estructura Química. Propiedades físico-químicas. Concentraciones aplicables de nanomateriales carbonados al suelo.	Cuadri et al. (2017), Llanes et al. (2020), Ucar (2020), Ucar (2020), Cordobés et al. (2016), Vasconcelos (2016), Yea et al. (2016), Ostrand et al. (2020), Dutkiewicz (2002), Gao et al. (2018), Olad et al. (2020), Zhang et al. (2021), Mignon et al. (2019), Zohuriaan-mehr & Kabiri (2008), Meshram et al. (2020), Behera & Mahanwar (2020), Rupert (2018), Kumar & Kumar (2017), Maduraiveeran & Jin (2021)	Estudiantes de los tres años de bachillerato y profesores del área de Ciencias Naturales.
Presentación de la información sistematizada.			

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la identificación del tipo de investigación y los instrumentos que se necesitan para la argumentación práctica, se considera que se necesita una investigación experimental que,

en términos generales, debe caracterizarse por la manipulación de variables con el fin de observar, determinar o medir una respuesta o efecto sobre otras variables. En cuanto a enfoque, prevalece el cuantitativo, a través del cual se llevan a cabo mediciones y análisis de datos cruciales para responder la interrogante de investigación delimitada. En función de ello, se formulan las interrogantes siguientes:

- a) ¿De qué fuentes pueden obtenerse los datos?
- b) ¿Dónde se ubican las fuentes?
- c) ¿Qué métodos, procedimientos y técnicas pueden usarse para recolectar datos?
- d) Una vez recolectados los datos, ¿cómo prepararse para su análisis?

A partir de la argumentación desde la teoría y la práctica, se procede a determinar las principales actividades a ejecutar, con sus respectivos indicadores, el tiempo de ejecución y los recursos necesarios.

Las actividades se determinan a partir de cada objetivo, determinando también los participantes en su ejecución, el tiempo y los indicadores de medición. Este momento puede apoyarse de un diagrama de Gant y la estructura de una matriz de marco lógico. Entre las actividades que se proponen se encuentran:

Identificación de los laboratorios para el estudio. La investigación de los suelos debe hacerse en laboratorios especializados, como el laboratorio de Grupo de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (GICAS) de la Universidad San Francisco de Quito, cantón Quito, provincia de Pichincha.

Determinación de los reactivos y otros recursos. Se identifican por los participantes los siguientes reactivos: materia prima (cáscara de plátano deshidratada por 72 horas), agua

destilada, ácido cítrico. También los equipos siguientes: reactor hidrotermal, horno de precisión, equipos para filtración (bomba de succión, embudo de filtración, papel filtro).

Establecimiento de la secuencia de medición.

Recolección de datos.

Procesamiento de la información.

Valoración de la información y presentación de los resultados.

Elaboración de informes para la socialización.

La valoración de la propuesta de estructuración del proyecto fue obtenida con la aplicación del método Criterio de Experto, siguiendo sus procedimientos particulares con el uso de Delphi, aunque solamente para la selección de expertos y someter el proyecto a reflexión. En tal sentido, se seleccionaron los expertos, se sometió a la valoración el proyecto estructurado por los implicados y se procesó la información valorativa emitida.

Los expertos fueron seleccionados a partir de un análisis previo de sus cualidades profesionales y éticas, así como su nivel académico o científico y por la disposición para participar en el proceso. La población de posibles expertos estuvo integrada por 16 especialistas, escogidos entre los autores de estudio y ejecutores de procesos formativo, investigativos o de gestión educativa. Se procedió al cálculo del coeficiente de experticia a partir del conocimiento que poseen y las fuentes para su obtención Finalmente, fueron escogidos 10 expertos, seis con coeficiente medio de experticia y cuatro con coeficiente alto.

En aras de determinar los criterios valorativos de los expertos, en torno a la pertinencia, suficiencia y posible viabilidad del proyecto estructurado, se les envió un resumen de los componentes del proyecto y la explicación de la forma en que fue construido. Se mantuvo un intercambio permanente con los expertos y se fueron resumiendo las valoraciones individuales

hasta llegar al consenso o mayoría favorable. El 100% de los expertos valoraron finalmente de pertinente, suficiente y de viable el proyecto propuesto en su doble función; la solución de la problemática base de la investigación y la influencia en la formación de los estudiantes.

Conclusiones:

1. La investigación formativa constituye un proceso imprescindible para el logro de la integralidad formativa de los estudiantes, con independencia del nivel educativo particular, siempre y cuando se adecuen las actividades a desarrollar por los estudiantes a las materias recibidas o a la ejecución de capacitaciones con contenido complementario o ampliado.
2. Resulta adecuado desarrollar la investigación formativa de los estudiantes de bachillerato, a través de proyectos que integren contenidos de las áreas del conocimiento que se estructuran en materias curriculares, y estructurados con la participación de todos los involucrados, en particular de estudiantes y profesores.
3. El proyecto expuesto, relacionado con las Ciencias Naturales para solucionar la problemática de la composición de los suelos y la influencia de las nanopartículas en la agricultura, fue evaluado por expertos y partes involucradas, resultando notoria la evaluación de pertinente, suficiente y viable, tanto para la solución de la problemática base, como para favorecer el desarrollo de las capacidades investigativas de los estudiantes de Bachillerato en la Unidad Educativa Alfonso Laso Bermeo de Quito, en Ecuador.
4. A pesar de la valoración favorable de los expertos e involucrados, se precisa identificar y ejecutar, en un tiempo y con los recursos requeridos, las actividades particulares por cada miembro del proyecto o equipos determinados, en correspondencia con los objetivos y las

actividades generales de cada espacio investigativo formativo, a saber; las asignaturas o materias, los trabajos extracurriculares y las prácticas al aire libre.

Referencias bibliográficas

- Carrillo Menocal, H., Cruz Dávila, M., & Cárdenas Martínez, J. R. (2021). Los contenidos integradores de la práctica de campo, una vía para desarrollar la educación ambiental: la integración de contenidos y la educación ambiental. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 12 (2), 146-156. Recuperado a partir de <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalialia/article/view/1138>
- Castro, G., Burgos, D., González, L., & Mendoza, J. (2019). La investigación; una necesidad de aprendizaje en el bachillerato. *Revista Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19(2), 68-74. Recuperado a partir de <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/download/221/325/>
- García Vázquez, O. (2023). Experiencias didácticas en el estudio de la biodiversidad local a través de la investigación escolar (Original). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 19(1), 342-360. Recuperado a partir de <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/3786>
- Espinoza Freire, E. E. (2020). La investigación formativa. Una reflexión teórica. *Revista Conrado*, 16(74), 45-53. Recuperado a partir de <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1332>
- Guerra Torres, L. de los Ángeles, Fajardo Vázquez, M., & Tamayo Espinosa, Y. (2021). Actividades encaminadas al trabajo con el medio ambiente en Ciencias Naturales (Original). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 17(1), 406-420. Recuperado a partir de <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/2235>

- Martínez Martínez, E. N. (2019). *Materiales superabsorbentes basados en carbono como mejoradores de la calidad de suelos agro productivos. Trabajo de titulación previo a la obtención del grado académico de Magister en Química*. Universidad Técnica de Ambato.
- Yera Quintana, A. I., Zardón Molerio, O., & Broughton Alonso, C. E. (2021). Sustancias orgánicas y medio ambiente. Una necesidad en el estudio de la Química Orgánica (Original). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 17(2), 151-169. Recuperado a partir de <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/2335>
- Zúñiga Igarza, L. M., Cruz Cabeza, M. A. & Dotres Zúñiga, S. (2023). El aprendizaje basado en proyecto con enfoque histórico-cultural y complejo: aporte para la pedagogía profesional (ensayo). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 19(1), 378-396. Recuperado a partir de <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/3793>