

# Desarrollo de competencia investigativa de estudiantes universitarios de ingeniería en proceso de titulación: propuesta metodológica y experiencia

*Development of research competence of undergraduate engineering students in the process of graduation: methodological proposal and experience*

*Desenvolvimento da competência investigativa de universitários de engenharia no processo de graduação: proposta metodológica e experiência.*

Joe Llerena-Izquierdo <sup>1</sup>, Raquel Ayala-Carabajo <sup>2</sup>

Recibido: Abril 2022

Aceptado: Octubre 2022

**Resumen.** - Se presenta una metodología de tutoría para trabajos de investigación aplicada en la unidad de titulación de la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad Politécnica Salesiana, en Guayaquil – Ecuador, durante el 2019-2020. Esta metodología desarrolla un proceso formativo, plantea un conjunto de recursos, además de proponer una serie de principios y resultados. Los estudiantes en proceso de titulación son orientados en el desarrollo y presentación de los resultados de sus investigaciones en formato de artículos para ser sometidos a la evaluación de comités científicos en eventos académicos internacionales de relevancia (con indexación) o de revistas científicas. En efecto, cada estudiante, desarrolla un proceso de tutoría, cinco meses de trabajo (promedio), desde el contacto inicial hasta la preparación del documento a enviar a la revista o exposición respectiva en el congreso donde el trabajo fue aceptado. Esta metodología conduce al universitario a investigar, con enfoque técnico, atendiendo problemas reales en áreas donde las ciencias de la computación e ingeniería pueden resolverlos. Mediante la observación y encuesta se determinaron las percepciones, necesidades y retroalimentación requeridas por el estudiante de acuerdo con su nivel de formación. Como resultado de la aplicación de esta metodología, veintitrés estudiantes publicaron artículos con indexación.

**Palabras clave:** Educación científica; Tutoría; Metodologías de enseñanza; redacción científica.

**Summary.** - A mentoring methodology for research works applied in the degree unit of the Computer Engineering career of the Universidad Politécnica Salesiana, in Guayaquil - Ecuador, during 2019-2020 is presented. This methodology develops a formative process, proposes a set of

---

<sup>1</sup> Magister en Sistemas de Información Gerencial, GieTICEA Educational Innovation Group, <https://gieaci.blog.ups.edu.ec/>, [jllarena@ups.edu.ec](mailto:jllarena@ups.edu.ec), Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9907-7048>

<sup>2</sup> Doctora en Educación y Sociedad, GIEACI Research Group, <https://gieaci.blog.ups.edu.ec/>, [raquelayalac@gmail.com](mailto:raquelayalac@gmail.com), Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5173-099X>

resources, in addition to proposing a series of principles and results. Students in the process of graduation are guided in the development and presentation of the results of their research in the form of articles to be submitted for evaluation by scientific committees in international academic events of relevance (with indexing) or scientific journals. In fact, each student develops a process of mentoring, five months of work (average), from the initial contact to the preparation of the document to be submitted to the respective journal or exhibition at the congress where the work was accepted. This methodology leads the undergraduate to research, with a technical approach, addressing real problems in areas where computer science and engineering can solve them. Through observation and survey, the perceptions, needs and feedback required by the student according to their level of training were determined. As a result of the application of this methodology, twenty-three students published articles with indexation.

**Keywords:** Scientific education, Mentoring, Methodologies, Scientific writing.

**Resumo.** - Apresenta-se uma metodologia tutorial para o trabalho de pesquisa aplicada na unidade de graduação da carreira de Engenharia de Computação da Universidade Politécnica Salesiana, em Guayaquil - Equador, durante 2019-2020. Essa metodologia desenvolve um processo de treinamento, propõe um conjunto de recursos, além de propor uma série de princípios e resultados. Os alunos em processo de graduação são orientados no desenvolvimento e apresentação dos resultados de suas pesquisas em formato de artigo para serem submetidos à avaliação de comissões científicas em eventos acadêmicos internacionais relevantes (com indexação) ou revistas científicas. Com efeito, cada aluno desenvolve um processo de tutoria, cinco meses de trabalho (média), desde o contacto inicial até à preparação do documento a enviar para a respectiva revista ou exposição no congresso onde o trabalho foi aceite. Essa metodologia leva a universidade a investigar, com abordagem técnica, abordando problemas reais em áreas onde a ciência da computação e a engenharia podem resolvê-los. Por meio de observação e levantamento, foram determinadas as percepções, necessidades e feedback exigidos pelo aluno de acordo com seu nível de formação. Como resultado da aplicação dessa metodologia, vinte e três alunos publicaram artigos indexados.

**Palavras-chave:** Educação Científica; Tutorias; Metodologias de ensino; redação científica.

**1. Introducción.** - Un proceso definido de formación para la investigación en un estudiante universitario contribuye al desarrollo de habilidades investigativas que se constata en trabajo de interés científico publicado [1][2]. La investigación de grado se define como “una indagación o investigación realizada por un estudiante de grado que hace una contribución intelectual o creativa original a la disciplina”<sup>3</sup>. Los investigadores y los responsables de la política en educación superior apoyan cada vez más la estrategia de que los estudiantes de grado tengan oportunidades de becas y experiencia de investigación guiada por el profesorado [3][4].

Los cursos específicos de formación en investigación incrementan las habilidades, la confianza en sí mismos y el conocimiento de los estudiantes en esta materia [5]. Estos cursos, además de constituir una oportunidad de conexión entre el aprendizaje académico y la investigación, proporcionan espacios de discusión entre pares, de forma guiada y segura en grupos pequeños (Ibíd.). Esta formación incide, además, en la experiencia técnica y habilidades de comunicación de los estudiantes [6]. Es por esto por lo que, fomentar la investigación de forma rigurosa crea un círculo virtuoso que inspira a estudiantes a sentirse atraídos por la actividad científica y por el descubrimiento, siempre que se evite que su papel sea de simple y limitada asistencia de la investigación [7] o una falta de confianza de la capacidad o competencias de los estudiantes por adquirir habilidades investigativas [8].

Las actividades de investigación en grado se consideran prácticas de alto impacto ya que “brindan a los estudiantes tanto conocimiento avanzado de sus disciplinas académicas como capacidad de aplicar ese conocimiento para responder preguntas de manera creativa” [9]. Claramente, la experiencia en investigación impacta positivamente en los estudiantes de carreras universitarias [10], contribuyendo no solo a la comprensión del proceso de investigación, sino al desarrollo de habilidades de análisis de datos e interpretación de resultados; habilidad de integrar la teoría y la práctica; incluso, habilidades que van más allá de la academia: tolerancia ante los obstáculos, trabajo autónomo, auto confianza, comprensión de que las afirmaciones requieren evidencia, etc.

Desarrollar y mantener programas de investigación de grado beneficia a estudiantes, a los tutores de la facultad y a la universidad al completo. En efecto, los jóvenes desarrollan un pensamiento crítico independiente, además de las habilidades de comunicación. La institución puede beneficiarse de la productividad y visibilidad gracias a las aportaciones de las publicaciones de sus estudiantes, juntamente con sus tutores [10]. Las características y necesidades de la formación para la investigación en grado se hacen explícitas en los resultados de tutorías que han probado ser exitosas (desde la perspectiva de los propios estudiantes implicados) [11]. En concreto, al estudiar la relación entre los estudiantes y sus tutores de investigación [12]. Al mismo tiempo, entre las características que definen la calidad de la tutoría [13] están: a. Planificación estratégica para responder a las diferentes necesidades y habilidades de los estudiantes a lo largo del proceso de investigación; b. Establecimiento de expectativas claras y bien estructuradas para los estudiantes, ofreciéndoles apoyo emocional y atendiendo sus intereses; c. Trabajo específico sobre habilidades y conocimientos de investigación; d. Desarrollo de una comunidad de aprendizaje e investigación entre estudiantes y profesores; e. Dedicación de tiempo a la tutoría y práctica personalizada; f. Motivación de los tutores para la divulgación de los trabajos estudiantiles, con orientaciones rigurosas para que sean efectivas; g. Apoyo para la inserción de los estudiantes en redes científicas. Aunque los resultados de la formación en investigación de grado se han estudiado más ampliamente que las características de la relación tutorial [12], se ha evidenciado que ésta es la que puede producir cambios positivos en la identidad de los estudiantes universitarios, fortaleciendo la confianza y competencia percibida por el propio estudiante; al mismo tiempo, cambios en las expectativas profesionales, de posgrado y de pertenencia, respecto de sí mismo [12]. Y, aunque es cierto que los estudiantes en formación necesitan apoyo de sus contextos (compañeros tanto dentro

---

<sup>3</sup> Disponible en [https://www.cur.org/who/organization/mission\\_and\\_vision/](https://www.cur.org/who/organization/mission_and_vision/)

como fuera del laboratorio, estudiantes de posgrado y mentores de la facultad, familia, etc.), en su paso hacia una comunidad científica de práctica, especialmente durante sus primeras experiencias como investigadores [14], el papel del tutor es fundamental. En efecto, una tutoría experta equilibra las necesidades de los investigadores en formación y les plantea desafíos junto con el apoyo adecuado; asegura que participen activamente, incluyéndolos en una comunidad de investigación; fomentando su interacción con una audiencia más amplia; desarrollando un interés auténtico en la investigación y no solo en el proyecto concreto [15].

En [16] se ofrecen claves acerca de aquello que contribuye a que la experiencia de investigación sea enriquecedora para los estudiantes de grado: a. Desarrollar un proyecto valioso y significativo, tanto para el tutor como para el estudiante; b. Desarrollar procesos de aprendizaje del ciclo completo de la investigación, desde la hipótesis hasta la conclusión (con independencia del alcance del proyecto); c. Motivar a que los estudiantes planteen los pasos subsecuentes a partir de la investigación, desarrollando propuestas de publicaciones de investigación. En esencia, solo los estudiantes que realizan procesos de investigación verdaderos comprenden lo que “hacer investigación” significa [17]. Investigaciones muestran la importancia de la tutoría en el éxito de los aprendices y de los investigadores de carrera temprana ya que la inserción en redes se vincula al éxito profesional gracias al acceso a la información, a los recursos y apoyo recibido en las carreras. Más aún, la tutoría efectiva está asociada a varios tipos de éxito profesional (p. ej., mayor productividad, promociones más tempranas, y retención). A pesar de ello, sigue “sin estar claro qué aspectos de la tutoría contribuyen más eficazmente a productividad científica” [18]. Al mismo tiempo, hay numerosos estudios sobre los factores que influyen en la actividad de los profesores tutores y su motivación para comprometerse en los procesos formativos de investigación [19]. Por el contrario, la poca motivación hacia la investigación, “apareció relacionada a la experiencia vivida en las asignaturas del componente de investigación, la dinámica y la didáctica utilizada por la mayoría de los docentes; así como a la desarticulación entre estas asignaturas con las asignaturas del área disciplinar” [20].

La tutoría de investigación debe ser prevista “como parte del plan estratégico de una universidad para ayudar a los estudiantes a tener éxito” [21]. En esta línea, el apoyo institucional y económico, es clave en la etapa de formación para la investigación cuando se trata de financiar asistencia a eventos o publicaciones [22]. Más allá de este tipo de apoyo, se han establecido ciertos criterios y acciones que conllevan resultados positivos. Así, por ejemplo, se recomienda que se consideren como propósitos de esta formación en investigación el desarrollo de: competencias investigativas, no sólo habilidades concretas; la ética de la investigación; el espíritu de equipo y la colegialidad; la identidad profesional; la difusión de resultados; la investigación de campo; la formación en técnicas avanzadas [23][24]. Del mismo modo, se aconseja que la tutoría sea planificada mucho antes de que inicie la experiencia de investigación; que contribuya a la progresiva independencia, motivación y adecuación; mantener reuniones periódicas, brindando tutorías personalizadas y proporcionando retroalimentación [25]. Así también [26], como estrategias generales de tutoría, recogen la de desarrollo de proyectos, la de desarrollar la investigación en equipos [27]; la de las co-autorías en las publicaciones, las subvenciones a los proyectos y publicaciones de los estudiantes, entre otras. Estas recomendaciones, sin embargo, no ofrecen concreciones acerca de la metodología de trabajo de los tutores de investigación en contextos universitarios, es decir, la metodología de trabajo concreta que los profesores desarrollan para llevar a cabo esta acción tutorial dentro de las investigaciones revisadas.

**1.1. Planteamiento del problema.** - En el contexto ecuatoriano, las universidades desarrollan procesos de titulación regulados por el Reglamento de Régimen Académico [28] y que permite que las instituciones de educación superior establezcan (a través de su propia normativa interna) diversidad de productos (proyectos técnicos, artículos académicos, modelos, etc.) en el proceso de titulación.

Dentro de este marco, las universidades ecuatorianas, efectivamente, desarrollan procesos diversos, con resultados diversos. Así, según se observa en las diferentes universidades y, dentro de ellas, las diferentes carreras y procesos de titulación, la acción tutorial del profesor a la hora de orientar los procesos y productos de los estudiantes se caracteriza por una gran heterogeneidad. En el caso de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) del Ecuador, en el año 2018, en el “Reglamento Interno de Régimen Académico de la Universidad Politécnica Salesiana” en su reglamento interno de régimen académico [29], en la disposición Transitoria Quinta, capítulo I, artículo 102 se indica lo siguiente: *“Se consideran trabajos de titulación los siguientes: examen de grado o de fin de carrera, proyectos de investigación, proyectos integradores, ensayos o artículos académicos, etnografías, sistematización de experiencias, prácticas de investigación y/o intervención, análisis de casos, estudios comparados, propuestas metodológicas, propuestas tecnológicas, productos o presentaciones artísticas, dispositivos tecnológicos, modelos de negocios, emprendimientos, proyectos técnicos, trabajos experimentales, entre otros de similar nivel de complejidad”*.

De las opciones de titulación posibles, los estudiantes de las carreras de Grado de la UPS, actualmente, escogen realizar un Proyecto Técnico, un Examen de fin de carrera (complexivo) o un artículo académico. El trabajo de titulación es el trabajo investigativo, académico o artístico, mediante el cual el estudiante debe demostrar el dominio integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación universitaria/profesional. Por su parte, la Unidad de Titulación es la encargada de organizar los procesos de titulación de los estudiantes tipificados en la Disposición Transitoria Quinta del Reglamento de Régimen Académico vigente, a través de una planificación académica desde las áreas del conocimiento, y operativizada en las carreras de grado.

Desde el año 2018, como procedimiento general, la Unidad de Titulación presenta a los estudiantes el listado de los grupos de investigación y sus líneas respectivas, así como los proyectos vigentes o de reciente aprobación, a los cuales pudieran integrarse, aportando sus experticias y conocimientos adquiridos en la formación de grado. En algunos casos, los estudiantes aportan una idea de desarrollo que no pretende la solución a un problema, sino la construcción de un prototipo. Con todo, pueden –eventualmente– contribuir a la solución de un problema identificado, desde el planteamiento de una investigación de alcance muy acotado, alrededor del prototipo desarrollado. Es decir, el tutor es quien conduce al estudiante a plantear un tema de investigación adecuado y coherente, teniendo en cuenta la formación del estudiante y sus motivaciones; así como las líneas de investigación de la universidad. Los profesores investigadores que conforman los grupos de investigación de la sede ofrecen espacios y oportunidades para que los estudiantes realicen sus trabajos de investigación de forma guiada; luego de un proceso de selección de los estudiantes, según la pertinencia de las líneas de investigación del grupo dentro de las líneas de investigación institucionales, con el fin de que asimilen nociones clave del proceso de investigación y ejecuten procedimientos claros para plantear y desarrollar un proyecto de investigación. Cabe destacar que se pretende que sean copartícipes de su propia formación, interactuando con los miembros del grupo de investigación y sus propios pares que también desarrollan procesos investigativos con fines de titulación.

Para ello, la Unidad de Titulación realiza actividades de formación (periodo a periodo) para dar a conocer a los estudiantes el proceso de investigación/titulación. Para ello, se convoca a los estudiantes a presentar los anteproyectos, siendo ésta la oportunidad que tienen de elaborar un documento descriptivo del trabajo a realizar (Proyecto Técnico o Artículo Científico).

A partir de la experiencia del primer año de trabajo (2018), se observó que en la carrera de Computación los tutores no llevaban a cabo un proceso, orientaciones y prácticas de investigación comunes y/o compartidas. En efecto, a pesar de que desde el punto de vista organizativo el proceso está estructurado, no se aprecia consistencia y claridad desde el punto de vista metodológico y pedagógico. Es por esto por lo que cada tutor asumía su rol de forma personal y diferenciada, siendo difícil establecer criterios de calidad o un marco acerca de la coherencia y pertinencia del

proceso. El problema identificado era la carencia de un proceso integrador de la formación en investigación para los estudiantes de ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana y una propuesta metodológica efectiva [3][30].

El análisis de esta situación llevó al autor de esta investigación a establecer la necesidad de criterios, procesos, formatos y contenidos de lo que debía ser el proceso de titulación en formato proyecto técnico/texto académico [1]. Principalmente, se determinó que la meta del proceso de los estudiantes debía ser un producto en forma de publicación, a ser presentada en un evento académico y/o científico o publicación seriada, que cumpla la exigencia de revisión por pares.

Para este fin, se desarrolló una metodología para el acompañamiento o tutoría de los estudiantes en el espacio de titulación, un proceso sistemático de tutoría, para desarrollar un proyecto técnico, de resolución de un problema relevante del propio campo profesional.

En la metodología se recogen las características establecidas en [13] y [15], previamente recogidas. Más en concreto, y refiriéndonos al proyecto, para esta investigación se plantearon como objetivos de investigación: Diseñar una metodología mediante el desarrollo de competencias investigativas y de escritura científica para los estudiantes de los últimos ciclos de las carreras de ingenierías de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil; Diseñar protocolos y formatos para el proceso de desarrollo del trabajo investigativo de los estudiantes de las carreras de ingenierías de la universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil; Establecer un proceso de gestión de participación en el Congreso mediante el uso de incentivos por artículos indexados para los nuevos trabajos de los estudiantes de las carreras de ingenierías de la universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil; y, establecer procesos y formatos de preparación mediante asistencias presenciales para la presentación del trabajo de investigación por parte de los estudiantes de las carreras de ingenierías de la universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, entre los principales.

**2. Método.** - En este estudio participaron veintitrés estudiantes, 10 hombres y 13 mujeres, con edades comprendidas entre los 21 a 25 años pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Computación de la sede Guayaquil (Universidad Politécnica Salesiana), siendo tutorizados por el autor de este trabajo<sup>4</sup>. El registro y seguimiento del proceso y trabajo de los estudiantes se realizó mediante Google Drive, además de la plataforma institucional creada para el efecto, un Sistema de Información para la Unidad de Titulación. La tutoría se desarrolló tanto de forma presencial como virtual (mediante la herramienta de comunicación Zoom). Al finalizar la fase de tutoría, una vez el estudiante ha completado satisfactoriamente con el propósito de publicación/defensa de su contribución (y, por tanto, titulación) se aplicó una encuesta para determinar su percepción general respecto del proceso. Cabe destacar que el proceso de acompañamiento a jóvenes en el desarrollo de habilidades para la escritura científica se extiende por alrededor de cinco meses. Se describe de forma sintética el proceso, fases, métodos y orientaciones desde donde se ha tutorizado a todos y cada uno de los estudiantes participantes en el proceso de elaboración de un artículo científico, basado en un proyecto técnico. Si se tiene en cuenta la fecha de aceptación del artículo en un congreso indexado, suman alrededor de siete meses; además, generalmente, en el momento de participar en el congreso para la divulgación de los resultados se cumplen ocho meses (sumados desde la fecha inicial de contacto con el profesor investigador).

**2.1. Metodología de formación para la investigación.** - En la primera fase se realiza el contacto del estudiante con el profesor investigador. Este primer encuentro y diálogo se desarrolla mediante varios medios de forma alternativa o simultánea: presencialmente y/o por medios electrónicos de un escrito (actualmente el usado de forma masiva, por la situación de pandemia que, hasta la fecha, vivimos). Ordinariamente el estudiante se dirige al profesor solicitando ser tutelado en el proceso de investigación y de desarrollo del artículo académico. El estudiante espera una respuesta

---

<sup>4</sup> Grupo de investigación en enseñanza aprendizaje de las Ciencias para la Ingeniería, GIEACI, <https://gieaci.blog.ups.edu.ec/es/trabajos-publicados> | <http://joellerena.info/acompanamiento-academico/>

afirmativa por parte del profesor quien, con una respuesta escrita motivada, responde de forma efectiva y asertiva; atendiendo su pedido y analizando la propuesta del estudiante para que sea él quien se motive por el tema particular, teniendo en cuenta sus intereses y habilidades. Básicamente, se propone indagar un tema específico o explorar las posibilidades del tema planteado por el joven. A continuación, el estudiante y el tutor desarrollan una investigación del estado actual del tema seleccionado o estado del arte para, a partir de aquí, determinar la metodología a ser aplicada.

Le sigue una segunda fase dedicada al diseño de un experimento o práctica de carácter experimental para el desarrollo de un prototipo que sirva como solución en base a un modelo a seguir. En esta fase se prueba el prototipo en diferentes escenarios para identificar las posibilidades de la propuesta y el alcance de los objetivos. Se generan los datos y se procede a la correspondiente tabulación, contrastando los resultados con los de otros trabajos relevantes en el campo de la investigación.

En la tercera fase, por su parte, se determina el formato específico para la escritura de la contribución, empezando por la elección de un congreso de relevancia (que publique memorias) o la revista científica que deberá estar indexada en bases de datos de reconocimiento internacional. Esta fase, en consecuencia, constituye un periodo de aprendizaje intensivo de escritura académica por parte del estudiante, quien debe comprender y cumplir normas y requisitos para presentar trabajos investigativos. El estudiante debe identificar y exponer sintéticamente su estudio: la metodología utilizada, los resultados y conclusiones de la forma más rigurosa posible. En esta fase la comunicación del tutor con el estudiante se intensifica ya que van elaborando sucesivos borradores/versiones del trabajo escrito, haciendo seguimiento y revisión minuciosa de su redacción. Al mismo tiempo, el estudiante va esclareciendo los aspectos metodológicos de su trabajo, analizando trabajos similares en su metodología y/o resultados. Finalmente, en la cuarta fase, cuando el documento final de la propuesta se encuentra finalizado, se envía al Congreso seleccionado o revista. A partir de allí, inicia—de forma independiente a la tutoría y el proceso de titulación— la revisión por pares por parte de un comité científico internacional (cabe destacar que los artículos son enviados en idioma inglés), ver Figura I.

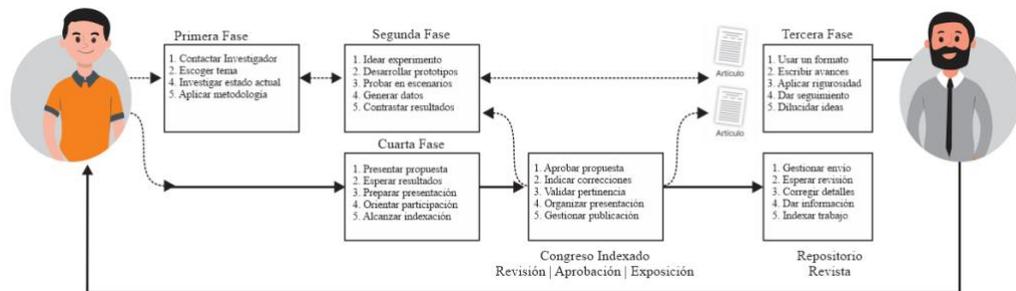


Figura I.- Fases de desarrollo del trabajo de titulación

El diseño y organización de la presentación es parte de esta cuarta etapa que involucra la divulgación de los resultados del estudio. En el caso de presentación a congresos, donde se requiere de una exposición por parte de los estudiantes (normalmente los eventos conceden un tiempo de quince o veinte minutos), se prepara conveniente y suficientemente, haciendo simulaciones de su exposición para asegurar que la presentación (normalmente en formato .pptx), el discurso, la respuesta a preguntas, etc. sean correctas. Con los últimos minutos de la exposición (normalmente los cinco minutos finales para responder preguntas a los asistentes del evento), culmina esta etapa del proceso. La gestión de la publicación, además, se considera componente esencial de esta última etapa del proceso formativo. En este caso, un revisor externo (normalmente de origen anglosajón) escribe a los autores o coautores ofreciendo indicaciones para la corrección, mejora o introducción

de buenas prácticas con el fin de que el trabajo pueda ser publicado según los estándares internacionales de los resúmenes de un Congreso indexado o de revista indexada y, cumpliendo con las respuestas de recepción y envío (cartas de copyright por ejemplo de Springer, Risti, etc.) por parte del editor. En esta etapa, el estudiante cuenta también con el acompañamiento del profesor investigador, orientando a que el joven preste atención a los detalles del trabajo con rigurosidad, cuidado y exactitud. Cabe indicar que el profesor investigador (tutor) y estudiante mantienen comunicación con la carrera de Computación (sede Guayaquil) mediante la página web de la “Unidad de Titulación”, haciendo registro de las 400 horas previstas para el proceso completo, así como de la documentación requerida para completar el proceso de titulación escogido. Al mismo tiempo, el tutor guía al estudiante a usar recursos digitales o servicios tecnológicos para impulsar la divulgación del trabajo publicado, registro del número identificador ORCID, o como medio de comunicación (web Zoom, WhatsApp, Microsoft Teams, Google Hangouts, Skype, etc. tanto en el equipo PC como en el dispositivo celular). Otros servicios tecnológicos que han ayudado en la implementación de esta metodología han sido los repositorios de almacenamiento, versionamiento y de comunicación escrita, como los aplicativos de Google Drive, GitHub de Microsoft y el correo institucional de la universidad con Outlook.

**3. Resultados.** - Todos los estudiantes participantes en el proceso de tutoría en este estudio culminaron con una publicación científica, ya sea en memorias del congreso y/o revistas indexadas que se encuentran alojados en diferentes repositorios de publicaciones (ver Figura II). La mayoría de los trabajos se encuentran indexados en Scopus así como en la Web of Science y en Latindex.

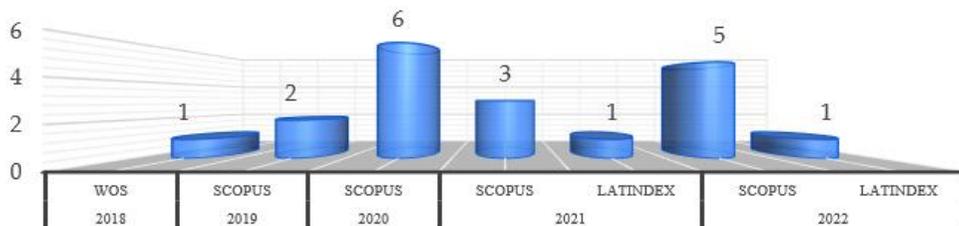


Figura II.- Trabajos desarrollados aplicando la metodología de tutoría de investigación

Cabe destacar que el proceso de escritura del producto científico, dentro de la tutoría ha oscilado entre un mes hasta ocho meses. De las respuestas de los estudiantes participantes, se obtuvo que la satisfacción de haber optado por este mecanismo de titulación es del 100%; los estudiantes indican que ha sido muy satisfactorio finalizar la experiencia de acompañamiento propuesta por el autor de esta investigación, mediante la divulgación de resultados de investigación por medio de la participación en un Congreso Internacional o el envío a una revista. En lo que respecta a la etapa de contacto con el tutor (ver Figura III), que supone la exploración conjunta de un tema y/o solución a un problema determinado, dentro del campo profesional, el 87% considera que ha sido extremadamente adecuado, mientras que el 13% lo considera adecuado.

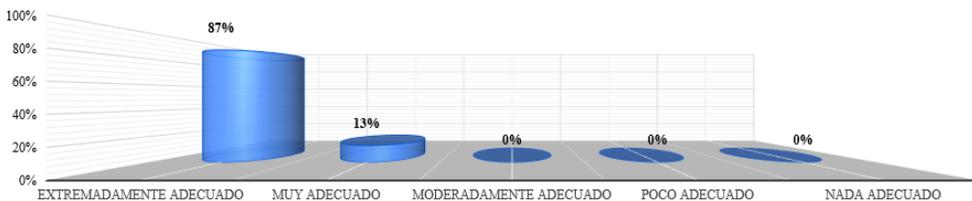


Figura III.- Percepción de los estudiantes acerca de la etapa para la determinación del tema

En lo que respecta a la percepción que los estudiantes tienen sobre la fase de búsqueda de artículos científicos, consideran que fue extremadamente adecuada un 57% y muy adecuada un 43%. Por otra parte, los estudiantes consideran que el proceso de crear y diseñar un prototipo aplicable,

probar su funcionamiento y la posterior fase de mejoras les ha resultado entre extremadamente adecuado un 65% y muy adecuado un 35%. En la etapa en que los estudiantes tienen un prototipo ya desarrollado, invitan a los participantes a experimentarlo, desarrollando pruebas de campo, han experimentado que la tutoría y este proceso en sí ha sido extremadamente adecuado en su gran mayoría un 83%, muy adecuado un 13% y moderadamente adecuado un 4%. Como parte de esta metodología, los estudiantes deben desarrollar una encuesta, aplicarla, recolectar los datos y, posteriormente, procesarlos. También han experimentado de forma muy positiva esta etapa, siendo el 52% extremadamente adecuado, el 39% muy adecuada y un 9% moderadamente adecuado. Respecto de la etapa de redacción del documento científico, es favorable la percepción del estudiante ya que considera extremadamente adecuado un 65% y muy adecuado un 35% el trabajo desarrollado en el contexto de la tutoría. Así también, ha sido valorada de forma muy positiva la fase de acompañamiento para el envío del artículo y la recepción de la valoración por parte de los evaluadores/pares externos al proceso de titulación que han sido los equipos designados por los congresos o revistas científicas donde el 69% ha considerado este acompañamiento extremadamente adecuado y el 31% muy adecuado. Junto con esto, es también positiva la percepción que los estudiantes tienen de la tutoría durante la fase de preparación para participar en un evento científico, considerando el 83% que es extremadamente adecuado y un 17% que es muy adecuado. Una de las condiciones para la participación es el registro, etapa previa, que no siempre resulta asequible para los estudiantes. Sin embargo, según las respuestas obtenidas en la encuesta los estudiantes consideran que los factores que más han contribuido a este registro han sido la gestión del tutor un 87% y el apoyo de la institución un 13% como se muestra en la Figura IV.

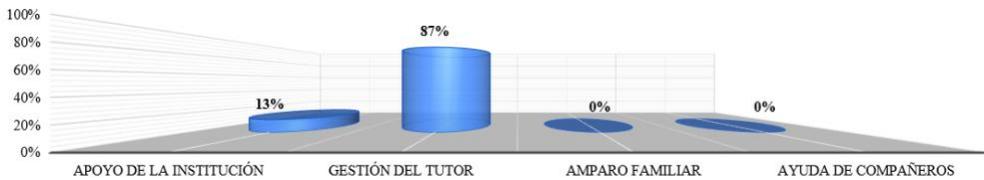


Figura IV.- Factores que contribuyeron al registro del artículo en un evento científico

De forma general, los estudiantes consideran que la titulación mediante el desarrollo de un producto como el artículo científico a partir de un proyecto técnico, es lo más adecuado (96% totalmente de acuerdo y 4% de acuerdo). Uno de los aspectos clave de la tutoría es la explicación del tutor, o acompañamiento en la exploración (elección, definición, profundización, aplicación, etc.) del tema de investigación. Se ha consultado sobre esta facilidad para seguir la explicación y el 18% la ha considerado muy fácil, el 52% fácil y el 30% neutral (ni fácil ni difícil). En términos generales, al valorar la metodología que el tutor ha desarrollado, el estudiante considera que ha sido extremadamente adecuada un 83% y muy adecuada un 17%. Así también, al ser consultado acerca de su percepción sobre el desarrollo de competencias nuevas en la formación investigativa, los estudiantes están totalmente de acuerdo en un 87% y parcialmente de acuerdo 13%. Complementariamente, respecto de la importancia de compartir esta metodología (Figura V), los estudiantes consideran que es muy importante un 83%, importante un 13% y neutral un 4%.

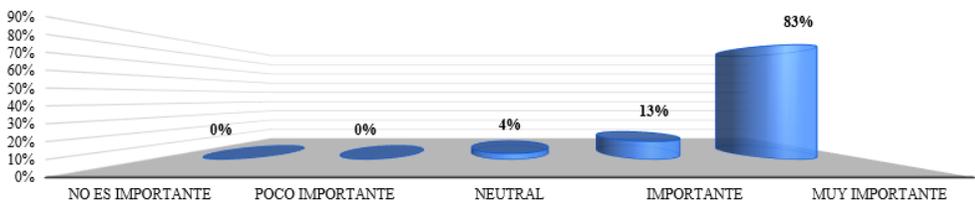


Figura V.- Percepción del estudiante sobre la importancia de compartir la metodología

**4. Discusión y Conclusiones.** - El rol y la acción del tutor es clave para la calidad de la formación en investigación en los estudiantes de grado. Si esta formación se da, no solo en el contexto de la etapa final del grado (titulación), sino como parte de un auténtico proyecto de investigación, con apoyo institucional, conformando redes entre pares y otros investigadores de mayor experticia; pero, sobre todo, con miras a generar una contribución científica sometida a los estándares internacionales de calidad, como en las contribuciones a eventos y revistas indexadas. El acompañamiento del tutor se hace efectivo, significativo y duradero en la medida en que es planificado, sistemático, garantice el seguimiento personalizado y la retroalimentación; introduce al estudiante en los métodos y técnicas de investigación científica, en el contexto de una red de apoyo conformada por la institución, los grupos de investigación y los pares de los mismos estudiantes; y si, además, es exigente con los criterios de calidad del producto esperado, esto es, el proyecto y/o la contribución científica. Sin embargo, esta acción tutorial, exige que se llegue a niveles de concreción metodológica que posibilite su seguimiento, valoración y eventual difusión/adopción por parte de los equipos docentes. Esa ha sido justamente la aportación de este estudio, la presentación de una metodología que ha sido experimentada y sistematizada a lo largo del acompañamiento de varios estudiantes en periodo de titulación que han concluido sus estudios con un artículo académico, basado en un proyecto de investigación aplicada, publicado en congresos y/o revistas indexadas. La metodología asegura los avances, ofrecer una retroalimentación oportuna y, mantener el compromiso y la motivación. Así, se han establecidos principios, recomendaciones, fases y recursos, diseñando una metodología de formación para la investigación aplicada en tutoría del proceso de titulación de estudiantes de ingeniería que ha tenido resultados positivos. Esta metodología promueve altos niveles de autonomía y aprendizaje de los estudiantes. En efecto, tanto desde la percepción del estudiante (determinada por una encuesta posterior a la titulación) como desde la valoración que han tenido los artículos publicados, la metodología ha resultado no solo eficaz en su propósito, sino que ha contribuido en muchos sentidos a la formación del perfil investigativo y profesional del estudiante. Así, y resumidamente, la experiencia tiene alto impacto en el cambio de mentalidad sobre la investigación, ofreciéndole la posibilidad de experimentar los métodos y procedimientos científicos, así como los marcos de referencia teóricos en sus últimos avances; conlleva mejora en su autopercepción y crecimiento de su autoestima como estudiante e investigador al experimentar que su esfuerzo y trabajo, así como su aportación, puede ser percibido positivamente por la comunidad científica. El establecimiento de una metodología, como la propuesta aquí, garantiza un proceso organizado y claro de principio a fin, contribuyendo a la sistematización de las acciones y esfuerzos del estudiante. Al mismo tiempo, para el profesor universitario en rol de tutor, se hace posible un análisis acerca de la calidad y adecuación del proceso; incorporando los logros de forma consecutiva. Esto, al mismo tiempo que al profesor, le dará seguridad al estudiante y los resultados contribuirán a la satisfacción de ambos. En los siguientes estudios, será necesario determinar de qué forma esta metodología (que el autor sigue desarrollando actualmente con nuevos estudiantes y que se evidencia en esta actualización de los datos [1]) se puede adaptar a diferentes contextos, niveles y propósitos de formación en investigación, así como con grupos más numerosos o generando un semillero de estudiantes para orientar a otros. Además, se requiere explorar con mayor profundidad la estrategia de formación del profesorado para la implementación de esta metodología, teniendo en cuenta la circunstancias y exigencias concretas de su acción tutorial.

## 5. Referencias

- [1] J. Llerena-Izquierdo and R. Ayala-Carabajo, "Training Methodology for Applied Research in the Graduation Mentoring Process of Engineering Students," *2021 IEEE URUCON*, pp. 531–535, Nov. 2021, doi: 10.1109/URUCON53396.2021.9647382.
- [2] H. V. Rosenzuaig, C. C. Escobar, and C. M. Parra, "La Academia Politécnica Naval frente al reto de la Investigación Académica," *Rev. Mar. N°*, vol. 971, pp. 60–66, 2019.
- [3] W. B. Johnson, L. L. Behling, P. Miller, and M. Vandermaas-Peeler, "Undergraduate research mentoring: Obstacles and opportunities," *Mentor. Tutoring Partnersh. Learn.*, vol. 23, no. 5, pp. 441–453, Jan. 2015, doi: 10.1080/13611267.2015.1126167.
- [4] F. Aguilar Gordón *et al.*, "Experiencias docentes en tiempo de pandemia," 2022. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21823>.
- [5] N. Balster, C. Pfund, R. Rediske, and J. Branchaw, "Entering research: A course that creates community and structure for beginning undergraduate researchers in the STEM disciplines," *CBE Life Sci. Educ.*, vol. 9, no. 2, pp. 108–118, Oct. 2010, doi: 10.1187/cbe.09-10-0073.
- [6] L. S. Behar-Horenstein, K. W. Roberts, and A. C. Dix, "Mentoring undergraduate researchers: An exploratory study of students' and professors' perceptions," *Mentor. Tutoring Partnersh. Learn.*, vol. 18, no. 3, pp. 269–291, Aug. 2010, doi: 10.1080/13611267.2010.492945.
- [7] J. Li and L. Luo, "Nurturing Undergraduate Researchers in Biomedical Sciences," *Cell*, vol. 182, no. 1, pp. 1–4, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.cell.2020.05.008.
- [8] M. Griffiths, "Publishing with undergraduates: some further observations," *Psychol. Teach. Rev.*, vol. 21, no. 1, pp. 76–80, 2015.
- [9] S. N. Davis and R. M. Jones, "Understanding the role of the mentor in developing research competency among undergraduate researchers," *Mentor. Tutoring Partnersh. Learn.*, vol. 25, no. 4, pp. 455–465, Aug. 2017, doi: 10.1080/13611267.2017.1403534.
- [10] J. K. Petrella and A. P. Jung, "Undergraduate Research: Importance, Benefits, and Challenges," *Int. J. Exerc. Sci.*, vol. 1, no. 3, pp. 91–95, 2008, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27182299%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4739295>.
- [11] D. Mahatmya *et al.*, "Pathways to Undergraduate Research Experiences: a Multi-Institutional Study," *Innov. High. Educ.*, vol. 42, no. 5–6, pp. 491–504, Dec. 2017, doi: 10.1007/s10755-017-9401-3.
- [12] S. N. Davis and R. Jones, "The Genesis, Evolution, and Influence of Undergraduate Research Mentoring Relationships," *Int. J. Scholarsh. Teach. Learn.*, vol. 14, no. 1, 2020, doi: 10.20429/ijstl.2020.140106.
- [13] J. O. Shanahan, E. Ackley-Holbrook, E. Hall, K. Stewart, and H. Walkington, "Ten salient practices of undergraduate research mentors: A review of the literature," *Mentor. Tutoring Partnersh. Learn.*, vol. 23, no. 5, pp. 359–376, Jan. 2015, doi: 10.1080/13611267.2015.1126162.
- [14] G. Gardner, J. Forrester, P. Shumaker Jeffrey, M. Ferzli, and D. Shea, "Authentic Science Research Opportunities: How Do Undergraduate Students Begin Integration Into a Science Community of Practice?," *J. Coll. Sci. Teach.*, vol. 044, no. 04, 2015, doi: 10.2505/4/jcst15\_044\_04\_61.
- [15] H. Walkington, K. A. Stewart, E. E. Hall, E. Ackley, and J. O. Shanahan, "Salient practices of award-winning undergraduate research mentors—balancing freedom and control to achieve excellence," *Stud. High. Educ.*, vol. 45, no. 7, pp. 1519–1532, Jul. 2020, doi: 10.1080/03075079.2019.1637838.
- [16] N. B. Whitticar and C. S. Nunemaker, "Reflections on Undergraduate Research Mentoring," *Biophys.*, vol. 1, no. 2, Jan. 2020, doi: 10.35459/tbp.2019.000112.
- [17] M. A. Marciniak, "Mentoring STEM Undergraduate Research Projects in a Large

- Community College,” *Primus*, vol. 30, no. 7, pp. 777–789, Aug. 2020, doi: 10.1080/10511970.2019.1639227.
- [18] Á. Gutiérrez, L. R. Guerrero, H. E. McCreath, and S. P. Wallace, “Mentoring experiences and publication productivity among early career biomedical investigators and trainees,” *Ethn. Dis.*, vol. 31, no. 2, pp. 273–282, Apr. 2021, doi: 10.18865/ED.31.2.273.
- [19] V. L. Baker, M. J. Pifer, L. G. Lunsford, J. Greer, and D. Ihas, “Faculty as mentors in undergraduate research, scholarship, and creative work: Motivating and inhibiting factors,” *Mentor. Tutoring Partnersh. Learn.*, vol. 23, no. 5, pp. 394–410, Jan. 2015, doi: 10.1080/13611267.2015.1126164.
- [20] M. Sánchez, “La Investigación Científica en la Formación de Estudiantes Universitarios,” *Rev. Paradig. (Edición Cuadragésimo Aniversario 1980-2020)*, vol. 41, pp. 409–436, 2020.
- [21] D. D. Law, K. Hales, and D. Busenbark, “Student Success: A Literature Review of Faculty to Undergraduate Mentoring,” *J. Empower. Teach. Excell.*, vol. 4, no. 1, pp. 22–40, Apr. 2020, doi: 10.15142/38X2-N847.
- [22] S. N. Davis, R. M. Jones, D. Mahatmya, and P. W. Garner, “Encouraging or Obstructing? Assessing Factors That Impact Faculty Engagement in Undergraduate Research Mentoring,” *Front. Educ.*, vol. 5, p. 114, Jul. 2020, doi: 10.3389/educ.2020.00114.
- [23] T. Giuliano, J. L. M. Skorinko, and M. Fallon, “Editorial: Engaging undergraduates in publishable research: Best practices,” *Front. Psychol.*, vol. 10, no. AUG, p. 1878, Aug. 2019, doi: 10.3389/fpsyg.2019.01878.
- [24] M. E. Morrison *et al.*, “Integrating Research into the Undergraduate Curriculum: 2. Scaffolding Research Skills and Transitioning toward Independent Research.,” *Journal of undergraduate neuroscience education: JUNE: a publication of FUN, Faculty for Undergraduate Neuroscience*, 2020. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33880093>.
- [25] G. A. Boysen *et al.*, “Mentorship of undergraduate research experiences: Best practices, learning goals, and an assessment rubric.,” *Scholarsh. Teach. Learn. Psychol.*, vol. 6, no. 3, pp. 212–224, Sep. 2020, doi: 10.1037/stl0000219.
- [26] T. A. Giuliano, “Guiding undergraduates through the process of first authorship,” *Front. Psychol.*, vol. 10, no. APR, p. 857, Apr. 2019, doi: 10.3389/fpsyg.2019.00857.
- [27] J. Llerena Izquierdo, “El Trabajo en Equipo Aligera la Carga,” Jan. 10, 2021. <https://pure.ups.edu.ec/es/publications/el-trabajo-en-equipo-aligera-la-carga>.
- [28] Consejo de Educación Superior del Ecuador, “Reglamento de Régimen Académico Consejo,” 2019. [https://www.ces.gob.ec/lotaip/Anexos Generales/a3\\_Reformas/r.r.academico.pdf](https://www.ces.gob.ec/lotaip/Anexos Generales/a3_Reformas/r.r.academico.pdf).
- [29] Universidad Politécnica Salesiana, “Normativa - UPS,” 2018. [https://www.ups.edu.ec/normativa/-/document\\_library\\_display/u8OILwInqXw9/view/3169257](https://www.ups.edu.ec/normativa/-/document_library_display/u8OILwInqXw9/view/3169257).
- [30] J. Llerena-Izquierdo and R. Ayala-Carabajo, “La acción de acompañamiento salesiano del joven investigador universitario desde un proceso formativo,” in *Memorias del IV Congreso de Educación Salesiana: desafíos juveniles para una transformación social*, 2021, pp. 137–147.

**Nota contribución de los autores:**

1. Concepción y diseño del estudio
2. Adquisición de datos
3. Análisis de datos
4. Discusión de los resultados
5. Redacción del manuscrito
6. Aprobación de la versión final del manuscrito

JLI ha contribuido en: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

RAC ha contribuido en: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

**Nota de aceptación:** Este artículo fue aprobado por los editores de la revista Dr. Rafael Sotelo y Mag. Ing. Fernando A. Hernández Goberti.