

Aplicación de analítica de datos en la evaluación de los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental para fortalecer las competencias del siglo XXI en una institución de educación no formal

Application of data analytics in the evaluation of applied research and experimental development processes to strengthen 21st century skills in a non-formal education institution

John Jairo Castro-Maldonado¹, Julián Alberto Patiño-Murillo², Esperanza Camargo-Casallas³

¹ Doctorando en Educación, jcastrom@sena.edu.co, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Universidad Benito Juárez UBJ, ORCID: 0000-0002-3823-4297, Medellín, Colombia.

² PhD. En Ingeniería - Automática, julian.patino@pascualbravo.edu.co, Institución Universitaria Pascual Bravo, ORCID: 0000-0001-8914-2838, Medellín, Colombia.

³ PhD. En Ingeniería, ecamargoc@udisrital.edu.co, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ORCID: 0000-0002-6320-4049, Bogotá, Colombia.

How to cite: J.J Castro-Maldonado, J.A Patiño-Murillo and E Camargo-Casallas, “Application of data analytics in the evaluation of applied research and experimental development processes to strengthen 21st century skills in a non-formal education institution”, *Respuestas*, vol. 27, no. 2, pp. 6-25, May-August, 2022

Received: September 1, 2021; Approved on January 1, 2022

RESUMEN

Palabras Claves:

Competencias
Sociedad del siglo XXI
Investigación Aplicada
Desarrollo Experimental
Analítica de datos.

El presente trabajo de investigación evaluó el fortalecimiento que tienen las competencias demandadas por la actual sociedad de la información y el conocimiento a través de la implementación de estrategias o actividades enmarcadas dentro de los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental en una institución de educación superior. La investigación tuvo un enfoque mixto donde se utilizaron técnicas como la encuesta y la entrevista mediante instrumentos como el cuestionario con escalas Tipo Likert y entrevistas estructuradas que fueron aplicadas a la comunidad educativa de docentes, estudiantes y administrativos. Los datos obtenidos de estos instrumentos fueron procesados y analizados a través de los softwares R®, Python® y NVIVO®. Las conclusiones indican que la implementación de las actividades puede favorecer la adquisición y el fortalecimiento de competencias demandadas por la sociedad actual, tanto en aspectos genéricos (básicas y transversales) como específicos (técnicas).

*Corresponding author.

E-mail address: jcastrom@sena.edu.co (John Jairo Castro Maldonado)



Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santande
This is an article under the license CC BY 4.0

ABSTRACT**Keywords:**

Competencies
XXI Century Society
Applied Research
Experimental development
Data analytics.

This research work evaluated the strengthening of the skills demanded by the current information and knowledge society through the implementation of strategies or activities framed within the processes of applied research and experimental development in a higher education institution. The research had a mixed approach where techniques such as the survey and the interview were used through instruments such as the questionnaire with Likert-type scales and structured interviews applied to the educational community of teachers, students, and administrative employees. The data obtained from these instruments were processed and analyzed using the R®, Python®, and NVIVO® software. The conclusions indicate that implementing the activities can favor the acquisition and strengthening of skills demanded by today's society, both in generic (basic and transversal) and specific (technical) aspects.

Introducción

El desarrollo exponencial que ha tenido la tecnología, desde la creación de mejores procesadores disponibles en computadores personales, hasta el desarrollo de una infraestructura poderosa de servidores a nivel mundial que puede procesar y almacenar gran volumen de datos e información, ha permitido que la sociedad modifique sus procesos de interacción o cree nuevos escenarios en función de la aplicación de estas tecnologías [1]. Además, el surgimiento de la WEB 2.0 y el mejoramiento de la conectividad y velocidad en la transmisión de los datos, han fomentado la creación de una nueva cultura digital, la cual, se basa en que el individuo puede realizar la mayor cantidad de interacciones con la sociedad, a través de un computador o dispositivo móvil con conexión a internet [2].

Actividades comunes como transacciones financieras, reuniones de productividad en las empresas, control y supervisión de procesos industriales y hasta los procesos de enseñanza – aprendizaje, pueden ejecutarse con un dispositivo electrónico, gracias a la capacidad actual de las redes de comunicación y al procesamiento de los equipos de cómputo [3]. Por consiguiente, la inserción de esta tecnología ha modificado diferentes dimensiones de la vida cotidiana, llevando a que su uso se considere indispensable para comunicarse e interactuar con los diferentes actores de la sociedad. Por esta razón, términos como la industria 4.0, la telemedicina, la banca virtual, el *blockchain*, las redes sociales, el internet de las cosas, entre otros, hacen parte del actual glosario de los ciudadanos del común: ya no se trata de conceptos de vanguardia, son términos que deben ser apropiados por los individuos para poder adaptarse en los actuales procesos de la sociedad del siglo XXI.

La reciente pandemia ocasionada por la COVID – 19 puso de manifiesto la importancia de la tecnología para nuestras actividades, tanto las productivas como las de supervivencia. De hecho, actividades básicas como hacer el mercado tuvieron que trasladarse a plataformas de compra en línea debido a los diferentes decretos de aislamiento que promulgaban los gobiernos para proteger a sus ciudadanos de esta enfermedad que traía consigo incertidumbre, ya que no se conocían tratamientos eficaces para contrarrestar sus síntomas mortales [4]. Igualmente, las actividades de formación y los procesos educativos tuvieron que migrar a la virtualidad. Si bien es cierto que las herramientas de educación virtual ya existían, en muchos casos no se ejecutaban de la forma adecuada o no tenían la cobertura necesaria; no obstante, las diferentes Instituciones de Educación Superior (IES) vieron en ella una alternativa para continuar los procesos formativos con los estudiantes y evitar un rezago en la educación de los países desde el nivel preescolar hasta el universitario o profesional [5].

En la actualidad muchos de los estudiantes que se encuentran en las Instituciones de Educación Superior se consideran nativos digitales, jóvenes que desde su nacimiento han estado rodeados de tecnología [6]. Sin embargo, el uso de la tecnología por esta población no ha sido del todo efectivo para los procesos de aprendizaje que desarrollan; es decir, los conocimientos, habilidades y destrezas que adquieren de manera empírica, no

cubren todo el abanico de herramientas que se deben manejar para los procesos académicos de esta modalidad [7].

Por otro lado, los docentes actuales se presentan como migrantes digitales, personas que han venido adquiriendo destrezas de las tecnologías a partir de las necesidades que han experimentado para desempeñarse en el campo profesional e incluso, a nivel personal. En ese contexto, tanto los nativos digitales como los migrantes digitales deben identificar las competencias a adquirir para desenvolverse de la mejor forma en ambientes tanto virtuales como híbridos que se vienen implementado en gran cantidad de IES, debido a la pandemia y a la necesidad de fortalecer la cobertura de la educación en Colombia. Sin embargo, se han evidenciado algunas brechas para la implementación de la educación virtual de forma efectiva, que van desde las dificultades de aprendizaje, debido a las deficiencias en la interacción con los medios tecnológicos, hasta los problemas de la cobertura por la falta de infraestructura de energía o comunicaciones en algunas zonas geográficas [8].

Respecto al concepto de competencia, es un término que tiene variedad de significados de acuerdo con la corriente epistemológica que se quiera analizar, desde el conductismo hasta la escuela funcional [9]–[12], e incluso, se generan diferentes conceptos de acuerdo con el contexto o el estadio de análisis que puede aplicar. Desde la escuela del conductismo, la competencia se puede definir como los conocimientos, habilidades y destrezas que debe tener un sujeto para poder realizar efectivamente un trabajo o una labor; por otro lado, se puede extender la definición de la competencia de un individuo como la capacidad que tiene para adaptarse fácilmente a los diferentes escenarios conexos a las sinergias de la sociedad, desde lo laboral hasta lo humano, haciendo énfasis a los cuatro saberes (el saber, el saber hacer, el saber ser y el saber convivir). En coherencia, varios autores dividen las competencias en, por ejemplo, las competencias genéricas y específicas o las competencias blandas o duras, entre otras subdivisiones que se encuentran en la literatura [10], [13]–[16].

En ese sentido, se puede decir que las competencias del siglo XXI son aquellas que son pertinentes para la interacción del individuo con la sociedad, enmarcadas desde las funciones y labores profesionales y sociales en un entorno digital y cambiante [16]. Por tanto, es imperioso definir estrategias, metodologías o técnicas para desarrollar estas competencias del siglo XXI en los futuros profesionales, aunque para ello, se hace necesario identificar la actual sociedad y realizar un diagnóstico de los presaberes que traen los estudiantes para determinar sus motivaciones al momento de abordar procesos educativos de distintos niveles [17], [18].

Así mismo, diversos investigadores y diseñadores instruccionales han destacado el impacto de diferentes estrategias como el aprendizaje basado en retos (ABR), el aprendizaje basado en proyectos (ABP), incluso el aprendizaje basado en la investigación (ABI), en los procesos formativos de los profesionales. Estos impactos se constituyen en argumentos para la consolidación de competencias requeridas para la inserción al mercado laboral, sobre todo en sectores de aplicación de tecnologías emergentes como la analítica de datos, el *business intelligence*, el internet de las cosas (IoT) y el internet de las cosas industrial (IIoT) [19], toda vez que competencias como el análisis de la información, el pensamiento crítico, la autogestión y el trabajo en equipo, son cada vez más demandadas por las actuales organizaciones “inteligentes” en donde el “core” de sus procesos está en la adecuada gestión del conocimiento a través de procesos de mejora continua para alcanzar servicios o productos innovadores [20]–[24].

La investigación aplicada se define como las actividades u operaciones realizadas de forma sistemática y metódica para adquirir nuevos conocimientos, a partir, de la solución de problemas del contexto basados en la aplicación de los conocimientos generados de la investigación básica o pura; es decir, la investigación aplicada radica en la identificación de necesidades, oportunidades o problemas del contexto que el sujeto debe abordar para generar y adquirir conocimiento [21]–[23]. Por su parte, el desarrollo experimental está orien-

tado a materializar los problemas identificados desde la investigación aplicada, por ende, sus resultados son susceptibles a protección por parte de la Superintendencia de Industria y Comercio (en Colombia, autoridad nacional de protección de la competencia, los datos personales y la metrología legal, protege los derechos de los consumidores y administra el Sistema Nacional de Propiedad Industrial) o entes afines a la protección de la propiedad intelectual o industrial, y su punto de partida es el empirismo fundamentado desde los conceptos o hallazgos encontrados en la investigación aplicada [25].

Por consiguiente, los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental en la planeación educativa y secuencia didáctica de los diseños curriculares de los diferentes programas son elementos pertinentes para la adquisición y el fortalecimiento de las competencias y, en particular, de aquellas identificadas como competencias del siglo XXI. Sin embargo, no se cuenta con gran variedad de herramientas que de forma objetiva puedan valorar el impacto de estas actividades en los discentes de una institución, o el establecimiento del nivel de apropiación de estas capacidades a partir de actividades como el desarrollo de proyectos de investigación con énfasis en desarrollo experimental.

Es así como este trabajo propone la evaluación de los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental en los procesos formativos de educación superior desde diferentes aristas que van desde aspectos administrativos hasta aquellos ámbitos relacionados con la formación. Para ello, se llevó a cabo un estudio de caso aplicado en el Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA de Colombia, un establecimiento público que ofrece formación gratuita de carácter técnico, tecnológicos y complementario a través de Centros de Formación adscritos a 33 Regionales distribuidas a lo largo y ancho del país; el estudio contó con la participación de los diferentes roles que componen la comunidad SENA: aprendices, instructores y administrativos. Las secciones subsiguientes describen la metodología y los resultados alcanzados.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se enmarca en la metodología holística de la investigación [28], y el planteamiento epistemológico se estructura dentro el modelo positivista, toda vez, que busca confirmar una hipótesis propuesta. En este sentido, la hipótesis que plantea este trabajo es la siguiente: si se diseña un modelo de evaluación y valoración de las capacidades de investigación aplicada y desarrollo experimental (CIA + DE) que integre una adecuada clasificación de factores y elementos inherentes a estos procesos en el SENA, contemplando los diferentes componentes de la organización y sinergias en los procesos formativos, entonces el Centro de formación podrá utilizar dicho modelo propuesto para determinar el nivel de capacidades de Investigación Aplicada y Desarrollo Experimental y su impacto en los procesos formativos de los aprendices, con el fin de crear estrategias de apoyo a la mejora en el perfil del futuro profesional egresado SENA.

Por otro lado, el método de investigación fue el hipotético deductivo, dado que se usan datos para confirmar el planteamiento, y desde la profundidad de la investigación es proyectivo, ya que dentro de la evaluación se propone un modelo conceptual de los términos abordados; Además, según el diseño, la investigación se clasifica como mixta (investigación documental y de campo) dado el origen de los datos, y de tipo no experimental, según el criterio de manipulación de las variables [28]. La figura 1 describe de manera esquemática la metodología empleada.

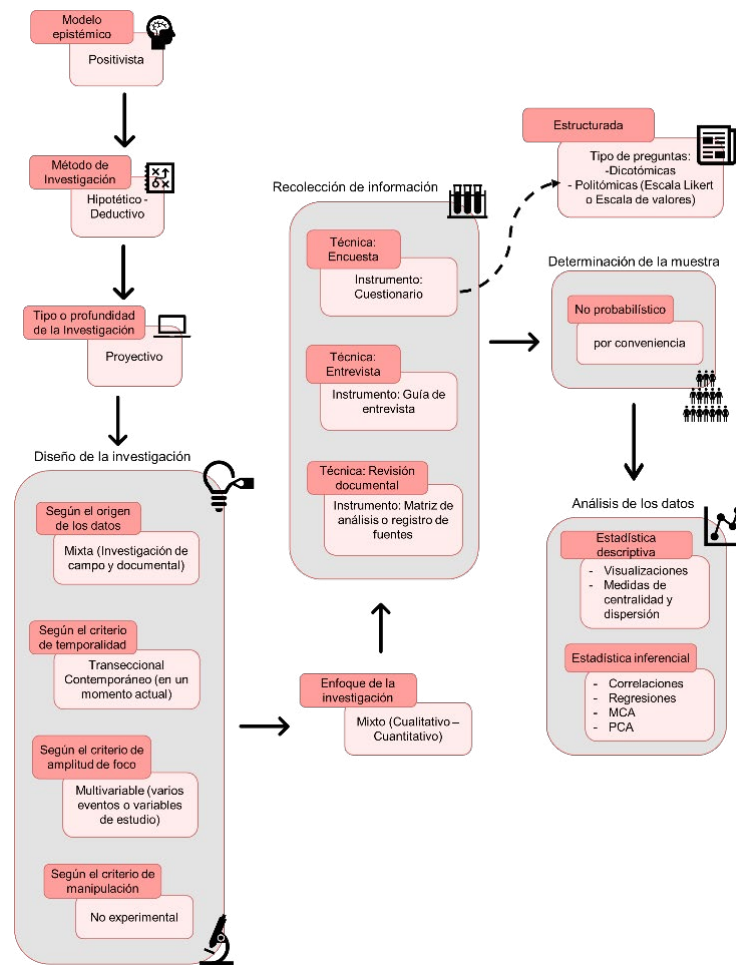


Figura 1. Diagrama con la metodología y el método operativo usado en la investigación.
Fuente: Autoría propia.

El enfoque de la investigación fue mixto, ya que se abordó el manejo de datos tanto cualitativos como cuantitativos, y para la recolección de información se usaron las técnicas de encuesta y entrevista, y los instrumentos de cuestionario y guía de entrevista, respectivamente. Se diseñaron dos cuestionarios: uno para aprendices y otro para instructores y administrativos, ambos con preguntas cerradas. El cuestionario para los aprendices estuvo conformado con 14 preguntas categóricas de caracterización del individuo y con 20 ítems con respuestas cerradas en una escala cuantitativa de 6 niveles. El cuestionario para instructores tuvo 11 ítems de caracterización del individuo y 30 preguntas cerradas en una escala cuantitativa, también de 6 niveles. El instrumento del cuestionario fue validado aplicando la técnica de juicio de expertos, quienes realizaron sugerencias y comentarios considerados por el equipo de investigación para modificar y mejorar el instrumento. Para estudiar la confiabilidad, se usó el estadístico Alfa de Cronbach (calculado a través del software R® [29]), el cual arrojó valores de 0.87 y 0.88 para una prueba piloto de 10 instructores y 10 estudiantes, respectivamente, indicando una confiabilidad muy alta.

Por otro lado, se diseñó una entrevista semiestructurada compuesta por 15 preguntas abiertas para aplicar a expertos del área de innovación de la Institución de Educación Superior. Para desarrollar las entrevistas se usó la plataforma de Microsoft Teams®, que permitió disponer de las grabaciones en video de las apreciaciones de los participantes. Para la aplicación del cuestionario se utilizó la herramienta Google Forms® desde la cuenta institucional. Para la selección del tamaño de la muestra se optó por un muestreo no probabilístico con la técnica de muestreo por conveniencia [30], con un total de 4 entrevistas a expertos del área de investigación

aplicada y desarrollo experimental, 84 encuestas de instructores y 92 encuestas de estudiantes. Con los datos cualitativos de la entrevista se realizó una codificación automática utilizando el software NVIVO®, cuya licencia la dispone la institución y para el análisis exploratorio de los datos cuantitativos se usó la herramienta de *colaboratory* aplicando el lenguaje de Python® y las librerías de pandas, seaborn, matplotlib, Numpy y statsmodel. Para analizar los resultados se utilizó el software de R® con las aplicaciones de Rcommander y el plugin de FactoMineR. Utilizando los datos obtenidos a través de los instrumentos, de tipo cualitativo de las entrevistas y de naturaleza cuantitativa de las encuestas, se elaboró una propuesta de modelo conceptual buscando ofrecer un aporte a la instalación y fortalecimiento de estrategias para fomentar competencias pertinentes a la actual sociedad de la información, en el contexto de la globalización [31].

Resultados y Discusión

Análisis de los conceptos cualitativos de las entrevistas realizadas

Inicialmente, se analizaron las entrevistas a personal administrativo en cargos de dirección y gestión de las actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental en diferentes sedes de la institución. A partir de la transcripción de las entrevistas se realizó un análisis identificando posibles coincidencias de términos en las respuestas, para la elaboración de una nube de palabras (ver figura 2) que representa visualmente los vocablos utilizados con mayor frecuencia en el discurso de los participantes.



Figura 2. Nube de palabras a partir de las respuestas de los entrevistados
Fuente: Autoría propia.

A partir del análisis de la nube de palabras se puede entrever que, para los entrevistados, la formulación y puesta en marcha de proyectos es fundamental para las actividades de investigación, y para la obtención de recursos para el funcionamiento de las acciones tanto operativas como de desarrollo experimental. Igualmente, los participantes evidencian que el proceso formativo parte desde la participación de los instructores, no obstante, la palabra “semilleros” no tiene la misma frecuencia que los términos “instructores” o “formación”, indicando una posible desconexión de los procesos de investigación formativa que se gestan desde la participación de aprendices en los semilleros de investigación.

Por otro lado, se puede observar que la frecuencia de la palabra “gestión” es reducida, respecto a palabras como “investigación” y “proyectos”, esto se podría entender a partir de los comentarios realizados por los entrevistados indicando que la institución carece de políticas claras para participar en convocatorias externas de financiación de proyectos de investigación o fortalecimiento de actividades de desarrollo experimental. Se

observa también que la palabra “investigación” manifiesta un comportamiento diferente respecto a la palabra “desarrollo” debido a que la mayoría de los expertos o directivos del área de I+D+i de la entidad, no identifican la conexión existente entre las actividades de investigación aplicada y aquellas de desarrollo experimental.

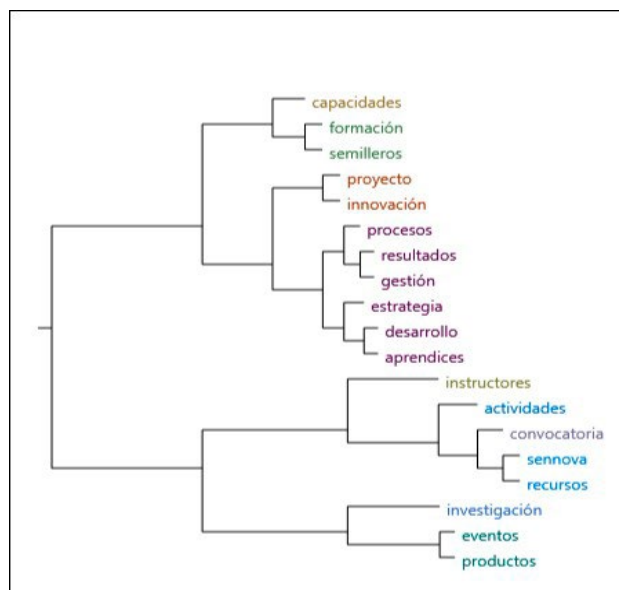


Figura 3. Dendrograma con agrupación de palabras por frecuencia de uso
Fuente: Autoría propia

A partir de las entrevistas se extrajo el dendrograma presentado en la figura 3, para analizar en detalle las relaciones existentes entre las palabras encontradas con mayor frecuencia (los vocablos identificados en el ejercicio se presentan entre comillas). Mediante el análisis se evidencia que la palabra “instructores” se encuentra aislada del término “investigación”, hecho que, según las entrevistas, manifiesta falta de interés de los instructores para involucrarse en estos procesos investigativos. Se observa que el término “aprendices” también se encuentra desligado de la “instructores” e “investigación”, corroborando la presunta desconexión de los aprendices con la investigación. A partir de las entrevistas, y de este análisis de términos, se pudo inferir que los “procesos” de “investigación” obtienen “recursos” de “convocatorias” internas de financiación, y en especial las que hace el ecosistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de la institución (“Sennova”). Por otro lado, se percibe que la obtención de “productos” de “investigación” va ligada al desarrollo de “eventos”, o que los “eventos” representan un porcentaje mayoritario de los “productos” en actividades de divulgación de la investigación y el desarrollo experimental en la entidad.

Análisis cuantitativo de los datos de las encuestas aplicadas a aprendices

Se procede a hacer un análisis exploratorio de datos para las encuestas aplicadas a aprendices. Dichas encuestas se enfocaron en la identificación de las actividades, estrategias o técnicas que actualmente utiliza la institución y que, de cierta forma, aportan a la apropiación de competencias que demanda la actual sociedad de la información y que pueden ser fortalecidas a partir de actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental.

Dicho análisis exploratorio se realizó a partir de visualizaciones (como gráficos circulares) y tablas de contingencia para identificar el comportamiento en la muestra establecida. Desde la caracterización sociodemográfica de los participantes, se puede deducir que la participación tanto de mujeres como de hombres fue casi igualitaria (ver figura 4), con una leve mayoría de mujeres.

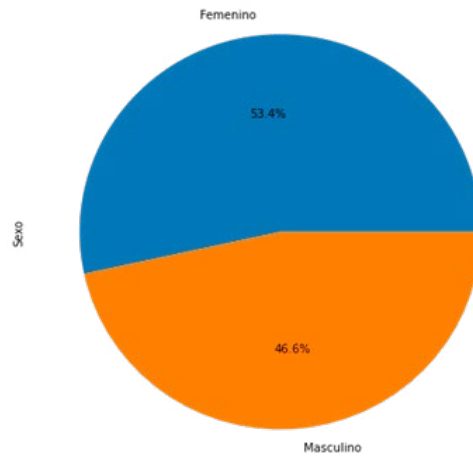


Figura 4. Distribución de las respuestas de la variable categórica "Sexo"
Fuente: Autoría propia.

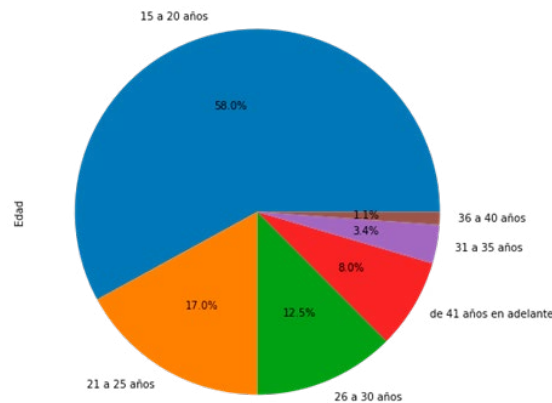


Figura 5. Distribución de las respuestas de la variable categórica "Edad"
Fuente: Autoría propia.

De acuerdo con la figura 5, un 75% de los aprendices que participaron del estudio fue menor a 26 años, la mayoría de ellos con edades entre los 15 y 20 años. De manera llamativa, hubo un mayor porcentaje de aprendices mayores de 41 años que de aquellos con rango de edades entre 31 y 40 años. Según este análisis etario, la mayoría de encuestados se pueden denominar nativos digitales, es decir, son personas que desde su nacimiento están interactuando con diversas formas de tecnología [6].

En la tabla 1 se presentan las variables que relacionan la modalidad de la formación y el tipo de formación. Dicha tabla muestra que la gran mayoría de participantes se encuentra cursando un programa de formación de tipo tecnológico, hecho que se interpreta como favorable habida cuenta de que es el tipo de formación de mayor duración en el tiempo que ofrece la institución; además, son los programas en los que se deben apropiarse en buena medida competencias en el desarrollo de actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental, según lo establece el Ministerio de Educación Nacional de Colombia [32]. La gran cantidad de participantes en la modalidad distancia, se debe a que el estudio se realizó en medio de la pandemia COVID-19, donde el gobierno decretó que los procesos educativos se ejecutaran de manera remota con apoyo de las tecnologías, lo que pudo confundir a los aprendices acerca de la modalidad en la cual se encontraban matriculados.

Tabla 1. Modalidad y tipo de formación que recibe en la institución.

Tipo de programa de formación cursado	Modo Distancia: Combina la presencial con la virtual	Modo Presencial	Modo Virtual
Curso Complementario	0	1	0
Tecnólogo	23	39	10
Técnico	3	12	0

Fuente: Autoría propia.

Seguidamente, se relacionan algunas gráficas con la agrupación de los diferentes ítems dirigidos a estudiar la variable de identificación del uso de técnicas o estrategias para fortalecer las competencias del siglo XXI dentro de los procesos formativos de la institución. Se utilizó una escala cuantitativa de 1 a 6, en la que una calificación escala de 1 sería la poca realización de actividades enmarcadas en las actividades de I+D+i y 6 representa la máxima aplicación de estas actividades.

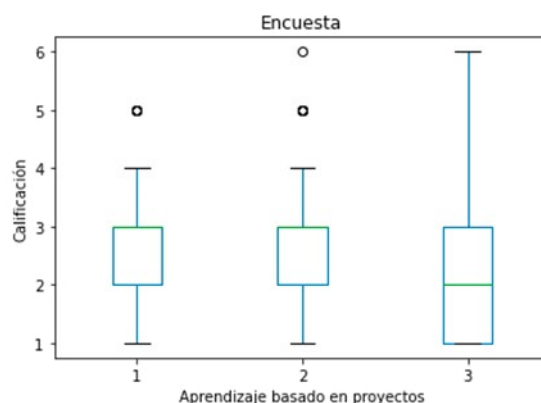


Figura 6. Gráfico de caja y bigotes relacionando los ítems para evaluación de las actividades de aprendizaje basado en proyectos (1, 2 y 3)
Fuente: Autoría propia

La figura 6 presenta el gráfico de bigotes para las preguntas 1, 2 y 3, que se enfocaron en las estrategias implementadas para fortalecer el aprendizaje basado en proyectos. Se evidencia que las actividades que ayudan a fortalecer las capacidades de formulación y ejecución de proyectos en los aprendices son bajas, ya que estos últimos no tienen conocimiento de capacitaciones o participan muy poco en proyectos de investigación. Estas respuestas son coherentes con el aspecto de aprendizaje continuo, evaluado en la pregunta 20, y cuyo gráfico de bigotes se presenta en la figura 7: los aprendices manifestaron una baja apropiación respecto a la competencia de autogestión o autodisciplina que les permita fortalecer la capacidad de aprender a lo largo de la vida, después de ser indagados sobre el uso de herramientas de programación y recordatorio que les permitiera organizar el tiempo personal. Por último, de acuerdo con las figuras 8 y 9, los ítems relacionados a la creatividad y trabajo en equipo tuvieron comportamientos más favorables para los aprendices encuestados. Sin embargo, se sugiere seguir trabajando para la apropiación de estas competencias.

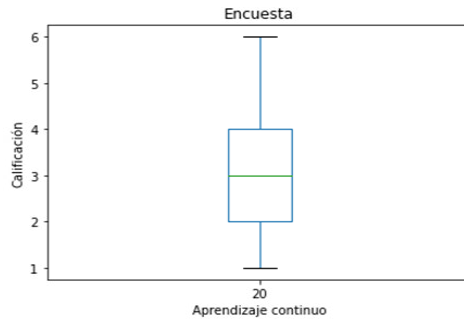


Figura 7. Gráfico de caja y bigotes relacionando el ítem orientado al aprendizaje continuo (pregunta 20)
Fuente: Autoría propia

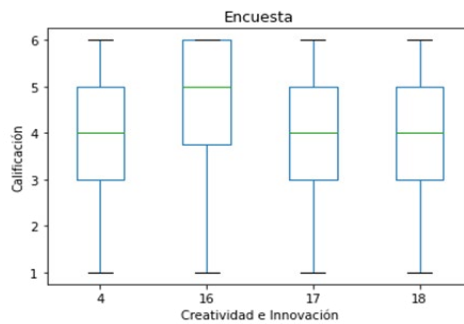


Figura 8. Gráfico de caja y bigotes relacionando los ítems orientados a los procesos de creatividad (preguntas 4, 16, 17 y 18)
Fuente: Autoría propia

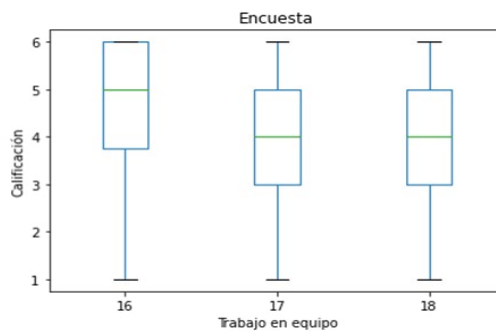


Figura 9. Gráfico de caja y bigotes relacionando los ítems orientados al trabajo en equipo (preguntas 16, 17 y 18)
Fuente: Autoría propia

Análisis cuantitativo de los datos de las encuestas aplicadas a instructores y personal administrativo

Se procede a hacer un análisis exploratorio de datos para las encuestas aplicadas a instructores y personal administrativo vinculados o no, a las actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental de la institución. Inicialmente, se usa el diagrama circular de la figura 10 para analizar las características sociodemográficas concernientes a la edad, donde puede verse que un 75.7% de los instructores y administrativos encuestados se encuentra en una edad superior a los 36 años, lo cual indica que muchos de ellos son inmigrantes digitales [6].

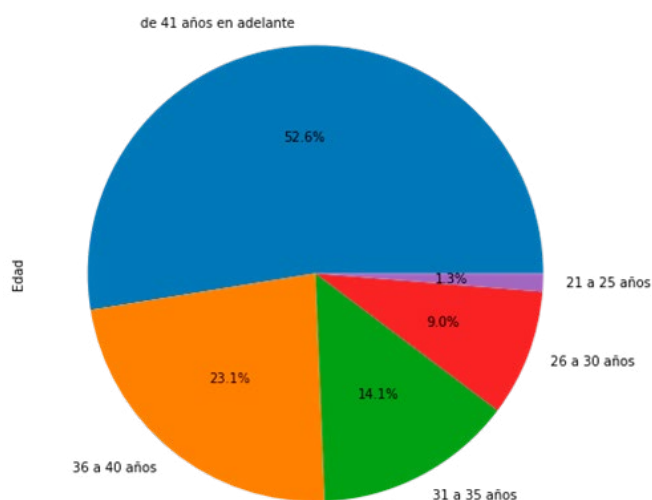


Figura 10. Gráfico circular con las edades de los instructores y administrativos que participaron en el estudio
Fuente: Autoría propia

Tabla 2. Modalidad y tipo de formación de los instructores y administrativos encuestados.

Nivel académico	Doctorado	Especialización profesional	Maestría	Profesional Universitario	Tecnólogo
Tipo contrato					
Administrativo contratista	0	2	10	4	0
Administrativo en carrera administrativa	0	1	1	0	0
Instructor contratista	2	10	8	10	2
Instructor en carrera administrativa	0	8	7	5	0
Instructor planta temporal	0	1	6	1	0

Fuente: Autoría propia

Para establecer el nivel de formación académica que tiene la población encuestada, en la tabla 2 se exponen los niveles de formación de los participantes y su vinculación con la entidad. Se puede establecer que la mayor cantidad de los instructores participantes son contratistas de la institución y tienen un nivel de formación de profesional y especialista, esto es coherente con el nivel de formación máximo que ofrece la institución, que es de tecnólogo. También se puede identificar que todos los instructores de planta son profesionales y ya cuentan con su especialización o maestría, lo cual, favorece que los procesos de investigación sean apropiados por esta población, además de que ya cuentan con las bases metodológicas de investigación.

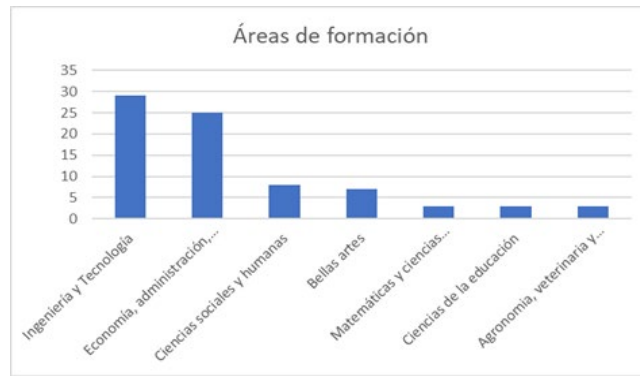


Figura 11. Gráfico de barras presentando las áreas de formación de los instructores y administrativos
Fuente: Autoría propia

En la figura 11 se presentan las áreas de formación de los instructores y administrativos encuestados, con el fin de identificar las fortalezas en el saber que tiene la institución. Se evidencia que la mayoría de los instructores y personal administrativo vinculado a las actividades de I+D+i tiene una fundamentación en ingeniería y tecnología, y en las ciencias administrativas, lo cual es coherente con la definición y misión de la mayoría de las formaciones tituladas que oferta la institución, donde las áreas tecnológicas y administrativas tienen mucha presencia.

A continuación, se ilustra el comportamiento de las respuestas relacionadas con las actividades de investigación y los actores que conforman la comunidad educativa en estas actividades. Se utilizó una escala cuantitativa de 1 a 6, en la que una calificación de 1 representa un nivel mínimo y 6 representa el nivel más alto de concordancia con la pregunta. Inicialmente, se estudia un grupo de 5 preguntas cuyo gráfico de bigotes se presenta en la figura 12, a saber:

- Ítem 3. ¿Las actividades de investigación solo las debe hacer el líder del proceso y los instructores vinculados a estas actividades?
- Ítem 4. ¿Los administrativos e instructores contratistas no deben realizar ninguna actividad de investigación?
- Ítem 5. ¿La mayoría de las personas vinculadas a investigación cuentan con maestría y/o doctorado?
- Ítem 7. ¿la totalidad de las personas vinculadas a investigación cuentan con amplia experiencia en ese tema?
- Ítem 10. ¿Los proyectos de investigación son realizados en su mayoría por aprendices?

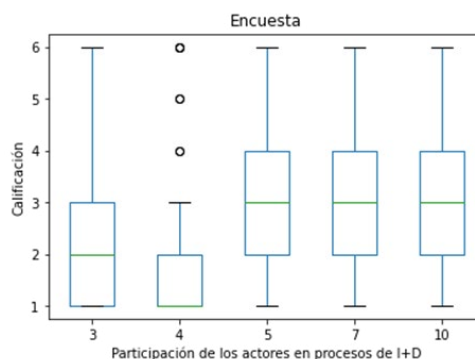


Figura 12. Gráfico de caja y bigotes sobre la relación de actores del centro con los procesos de investigación aplicada
Fuente: Autoría propia

De la figura 12, respecto al comportamiento del ítem 3, se puede entender que instructores y administrativos tienen claro que las actividades de investigación están abiertas a todos los integrantes de la comunidad educativa, es decir, no solo son responsabilidad de algunos individuos, y que todos pueden participar en los proyectos que formula la institución. De el ítem 4, se puede apreciar que, sin importar la vinculación que tenga el administrativo o instructor, se pueden realizar actividades de investigación, y que esta no es una potestad exclusiva de las personas de planta vinculadas a la institución. Según el ítem 5, se tiene la percepción de que para realizar actividades de investigación se debe tener una formación de posgrado, es decir, contar con maestría o doctorado para poder participar en estas actividades. De forma semejante, para el ítem 7, se piensa que las personas que deben estar en los procesos de investigación son las que ya tiene una experiencia en investigación, desconociendo que los procesos de la entidad se basan en la investigación formativa orientada al fortalecimiento de competencias socioemocionales y funcionales. Por último, para el ítem 10, respecto a la participación de los aprendices en los proyectos de investigación, los instructores y administrativos que participaron en la investigación indican que existe una participación en los procesos de investigación del centro.

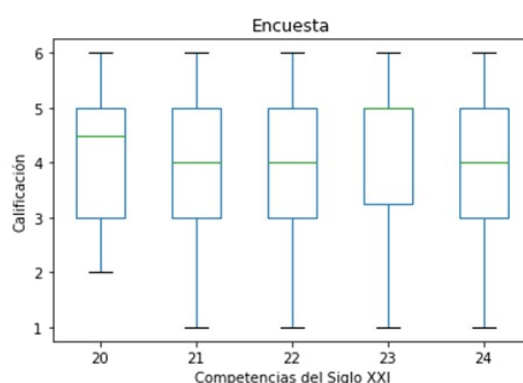


Figura 13. Gráfico de caja y bigotes sobre los procesos de investigación y el aporte a las competencias del siglo XXI
Fuente: Autoría propia

La figura 13 presenta el comportamiento de las respuestas del grupo de preguntas relacionadas con el aporte que hace el desarrollo de actividades de investigación a la apropiación de las competencias que demanda la sociedad del siglo XXI. Se muestra que los instructores y administrativos son conscientes de los aportes que hacen los procesos de investigación en la adquisición y apropiación de competencias como el pensamiento crítico, el análisis de la información, el trabajo en equipo, la autodisciplina y autogestión, y la comunicación asertiva, entre otros; no obstante, hay participantes que indican que no están muy convencidos de ello, es decir, existen instructores y administrativos vinculados al proceso que no aprecian la importancia que tiene la investigación en la adquisición de competencias para mejorar el perfil profesional y laboral de los aprendices.

Análisis de componentes principales

Se procede a realizar un análisis de componentes principales (ACP) [12] con la información obtenida tanto de los aprendices como de los instructores, donde se buscó identificar la característica que puede tener cada sujeto respecto al conocimiento de los procesos formativos y su vinculación con los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental.

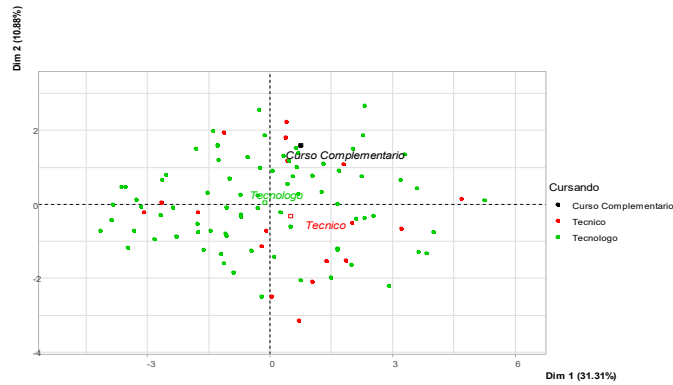


Figura 14. Segmentación e identificación del nivel de formación cursado en la institución
Fuente: Autoría propia

En primer lugar, se analiza la información de los aprendices. La figura 14, muestra la segmentación de los datos cuantitativos de cada uno de los sujetos, relacionando el programa formativo que al momento del estudio estaba realizando en la entidad (Curso complementario, técnico o tecnólogo). La figura 15 presenta el círculo de correlaciones de las variables cuantitativas analizadas a través de la escala numérica; este círculo, describe las variables que se pueden estar relacionando entre ellas o que tienen un comportamiento similar. La figura 15 evidencia una alta correlación entre la capacitación recibida en formulación y los aprendices que en efecto formulan y participan en proyectos de investigación, lo que permite deducir que aquellos que son formados en proyectos dentro de la entidad son quienes terminan participando de estas iniciativas y ejecutando los proyectos.

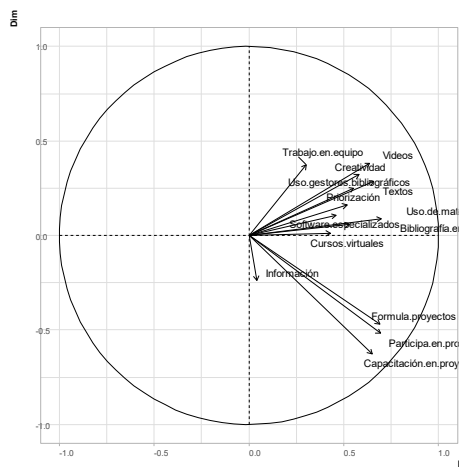


Figura 15. Círculo de correlaciones de las variables de escalas numéricas aplicadas a los aprendices.
Fuente: Autoría propia

La figura 16 describe la clusterización que se realiza mediante el ACP, donde se identifican dos grupos de sujetos: uno que tiene conocimiento sobre la gestión de proyectos y desarrollo de competencias adicionales como creatividad, priorización y trabajo en equipo, entre otros; y otro grupo que carece de tales conocimientos. Por tanto, se podría segmentar cierta relación entre la duración del ciclo formativo en la institución y la apropiación de las competencias. Es decir, que las personas que realizan ciclos formativos cortos en la ins-

titudin son las que tienen apropiados estos conocimientos, mientras que aquellos sujetos que experimentan ciclos formativos más largos presentan una ausencia de las competencias buscadas. De algún modo, los datos corroboran que la demora en proceso formativo es un efecto de la no aprobación de los requisitos para avanzar en el proceso, representando también la falta de adquisición de competencias.

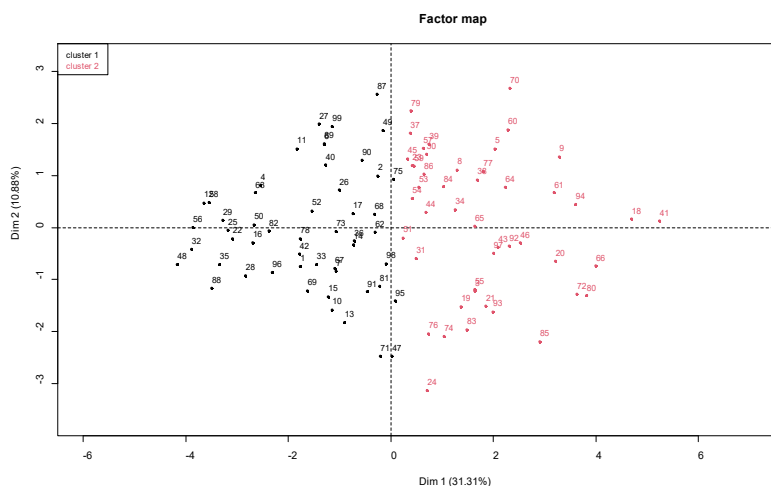


Figura 16. Clusterización de las respuestas de los aprendices.
Fuente: Autoría propia

Igualmente, se realiza el proceso de análisis de ACP con los datos cuantitativos obtenidos de las respuestas de la comunidad de instructores y administrativos de los centros de formación. En la figura 17 se muestran los datos cuantitativos de esta población, partiendo de la identificación de la vinculación que tienen con la institución y sus aportes respecto a la percepción de las actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental.

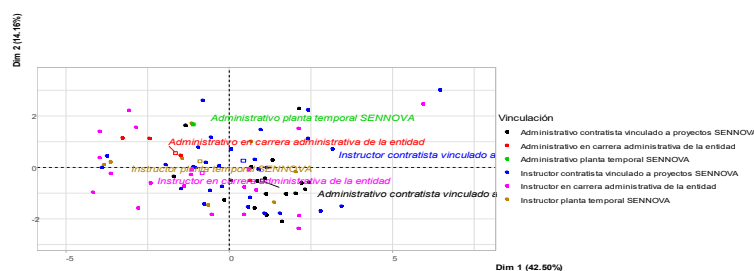


Figura 17. Segmentación e identificación de la comunidad de instructores y administrativos respecto al tipo de vinculación con la entidad.
Fuente: Autoría propia

La figura 18 muestra el círculo de correlaciones de las respuestas obtenidas de la encuesta, dentro de una escala numérica, donde se plasma la percepción que tiene esta comunidad de instructores y administrativos respecto a la ejecución de las actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental y su impacto en la formación. Se puede observar que las personas que piensan que las actividades de investigación y desarrollo experimental solo la deben hacer los directamente contratados para esas funciones son las mismas que piensan que los contratistas de la institución no debe hacer investigación; igualmente, son los que no creen que los procesos investigativos están implícitos dentro de las actividades de formación a través del proyecto formativo que deben formular y ejecutar los aprendices dentro de su etapa lectiva.

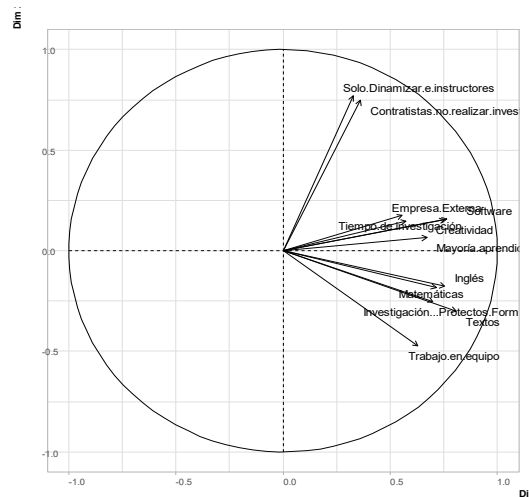


Figura 18. Círculo de correlaciones de las variables de escala numérica aplicadas a los instructores y administrativos.
Fuente: Autoría propia

La figura 19, muestra la clusterización que se puede obtener a partir de las respuestas de la comunidad de instructores y administrativos, donde se pueden determinar dos grupos: uno orientado hacia el instructor y administrativo contratista y el otro hacia el personal de planta vinculado en las diferentes modalidades. En ese sentido, es claro que las personas de planta saben que la investigación no es exclusiva del personal de planta y menos una potestad exclusiva de quienes hacen parte del sistema de investigación de la entidad; además, consideran que los procesos formativos no están vinculados asertivamente a los procesos investigación a través del proyecto formativo.

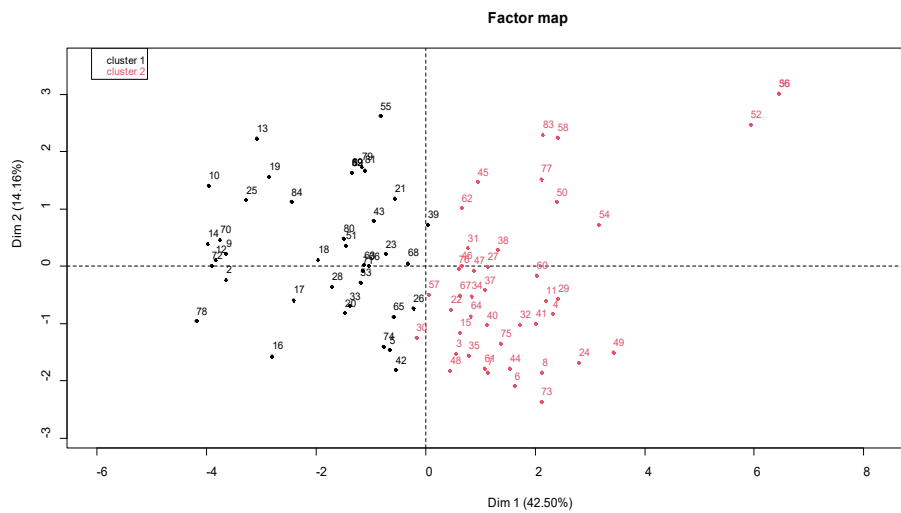


Figura 19. Clusterización de la respuesta de los instructores y administrativos.
Fuente: Autoría propia

Modelo conceptual para el fortalecimiento de competencias del siglo XXI

Con base en la información obtenida de la caracterización de los análisis y exploratorios y de los ACP, se procede a estructurar un modelo conceptual pictográfico teniendo en cuenta las debilidades de la articulación de los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental con los procesos formativos, buscando fortalecer competencias tanto genéricas como específicas que se evaluaron a partir de las percepciones de

expertos en el área de investigación de la entidad ,y a las encuestas realizadas tanto a los aprendices como a los instructores.

La figura 20, presenta el modelo propuesto, susceptible de aplicación en los procesos formativos de la entidad para apalancar los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental, y de esta forma fortalecer las competencias demandas en la actual sociedad de la información y el conocimiento.

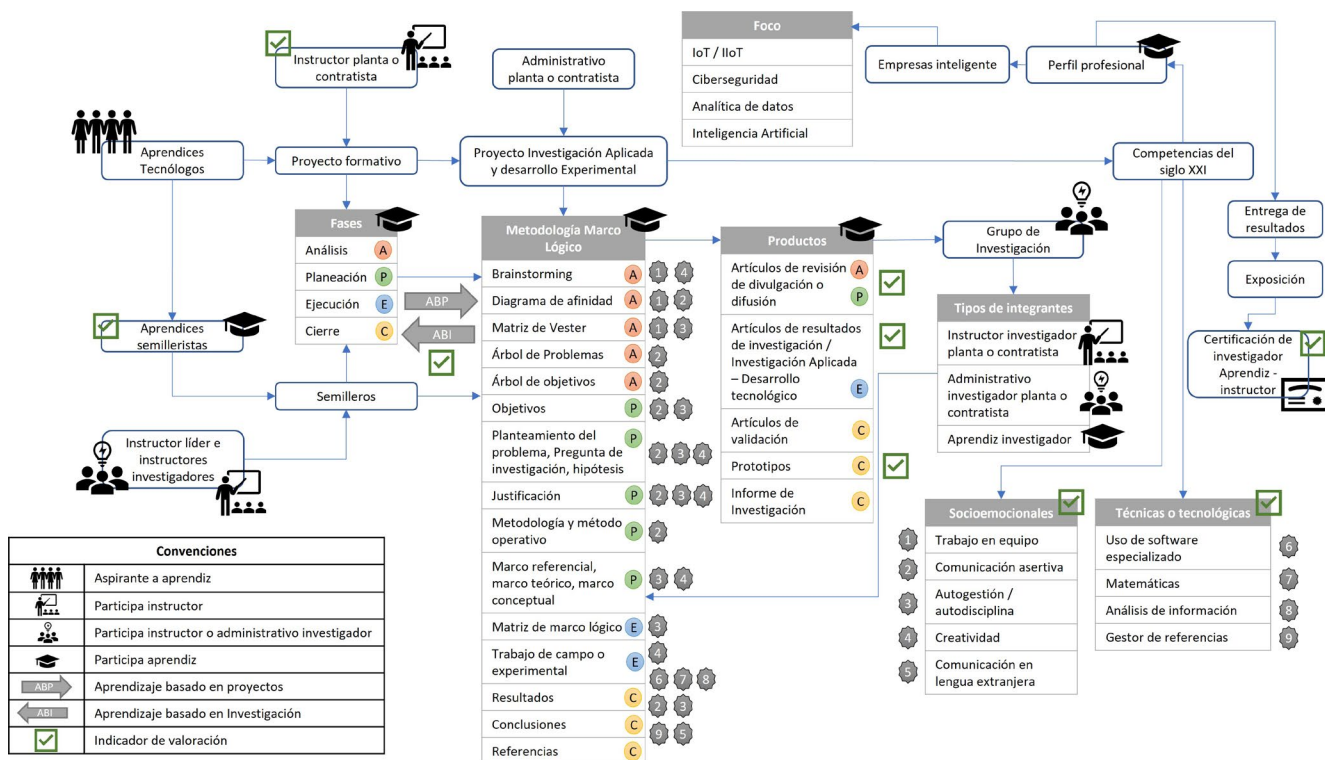


Figura 20. Modelo de articulación de actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental para fortalecer competencias del siglo XXI en aprendices
Fuente: Autoría propia

Conclusiones

La importancia de las actividades y procesos de investigación aplicada son reconocidas por los actores del ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación como ejes fundamentales en el fortalecimiento y apropiación de competencias conexas con las actuales sinergias de las compañías inteligentes enmarcadas en las tecnologías de la cuarta revolución industrial. La comunidad educativa de la institución estudiada está compuesta básicamente por tres actores: aprendices, instructores y administrativos, y cada uno de estos tienen una perspectiva y características diferentes respecto a las actividades de investigación aplicada y desarrollo experimental. Por ejemplo, los aprendices en el nivel técnico demostraron capacidades respecto a la formulación y ejecución de proyectos, esto se puede deber a que la mayoría de los aprendices que ingresan a los técnicos ya cuentan con alguna formación previa y acceden a la institución para fortalecer o apropiarse de nuevos conocimientos.

Por otro lado, los instructores contratistas manifiestan que los procesos de investigación solo los debe realizar el personal directamente vinculado al sistema de desarrollo tecnológico e innovación de la entidad, y que los instructores contratistas no están llamados a hacer este tipo de actividades. Esto surge debido a factores como el desconocimiento que tienen estos instructores en los procesos de investigación de la institución, o la falta

de claridad en la asignación de los tiempos de dedicación a las funciones establecidas en los objetos contractuales.

Tanto el aprendizaje basado en la investigación (ABI) como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) se muestran como dos metodologías de aprendizaje pertinentes para aplicar en la formación para el trabajo y el desarrollo humano, toda vez, que a través de ellos se fortalecen competencias tanto genéricas como específicas que los empresarios actualmente demandan en los profesionales recién graduados de las instituciones de educación superior.

De acuerdo con el análisis cuantitativo se pudo concluir que, en efecto, existen en los aprendices dos grupos, uno con los aprendices de programas técnicos y otro donde se encuentran principalmente los aprendices que están estudiando algún programa de nivel de tecnólogo. Estos últimos presentan desconocimientos en actividades de ejecución de proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental y en apropiación de competencias socioemocionales como el trabajo en equipo y creatividad, y técnicas, orientadas al razonamiento cuantitativo y uso de las herramientas tecnológicas, por tanto, es menester de la institución enfocar todos los esfuerzos para fortalecer dichas competencias en este nivel de formación a través de diversas estrategias pedagógicas.

Referencias

- [1] C. Adarve-Gómez, A. Castillo-Carvajal, E. J. Restrepo-Zapata, and H. F. Villar-Vega, “A review of virtual reality videogames for job-training applications,” *Revista CINTEX*, vol. 24, no. 1, pp. 64–70, Dec. 2019, doi: 10.33131/24222208.346.
- [2] O. Falck, A. Heimisch-Roecker, and S. Wiederhold, “Returns to ICT skills,” *Research Policy*, no. March 2019, p. 104064, 2020, doi: 10.1016/j.respol.2020.104064.
- [3] C. Hernández González, V. Castaño, and J. A. Isaza, “Diseño de una plataforma de prueba de sensores virtuales para el sistema glucosa-insulina de pacientes UCI usando la técnica HIL,” *Revista CINTEX*, vol. 23, no. 2, pp. 61–75, Dec. 2018, doi: 10.33131/24222208.318.
- [4] S. Seufert, J. Guggemos, and M. Sailer, “Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre- and in-service teachers: The current situation and emerging trends,” *Computers in Human Behavior*, p. 106552, 2020, doi: 10.1016/j.chb.2020.106552.
- [5] R. D. Alarcón Suárez, “La Educación Digital en Colombia en Tiempos de Covid 19 Y su impacto en Las Organizaciones Educativas,” Universidad Militar Nueva Granada, 2020. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36658>.
- [6] A. Ibarra López and D. Llata Gómez, “Niños nativos digitales en la sociedad del conocimiento: acercamientos conceptuales a sus competencias,” *Razón y palabra*, no. 72, pp. 26–24, 2010. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199514906028.pdf>.
- [7] N. R. Wijesooriya, V. Mishra, P. L. P. Brand, and B. K. Rubin, “COVID-19 and telehealth, education, and research adaptations,” *Paediatric Respiratory Reviews*, vol. 35, pp. 38–42, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.PRRV.2020.06.009.

- [8] F. Mortazavi, R. Salehabadi, M. Sharifzadeh, and F. Ghardashi, “Students’ perspectives on the virtual teaching challenges in the COVID-19 pandemic: A qualitative study,” *Journal of Education and Health Promotion*, vol. 10, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.4103/JEHP.JEHP_861_20.
- [9] M. Cáceres Mesa and C. Pérez Maya, “Las competencias y la gestión del conocimiento en el currículo. Reflexiones,” *Revista de Cooperación. com*, vol. 11, no. 9, pp. 272–278, 2016. Disponible en: <https://www.revistadecooperacion.com/numero9/09-01.pdf>.
- [10] M. Latorre Ariño, “Las competencias y sus clases,” *Universidad Marcelino Champagnat*, pp. 1–7, 2016. Disponible en: <https://marinolatorre.umch.edu.pe/las-competencias-y-sus-clases/>.
- [11] A. M. Estella and C. S. Vera, “La enseñanza en competencias en el marco de la educación a lo largo de la vida y la sociedad del conocimiento,” *Revista iberoamericana de educación.*, vol. 47, no. 47, pp. 159–183, 2008. Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/23229>.
- [12] E. Ramadi, S. Ramadi, and K. Nasr, “Engineering graduates’ skill sets in the MENA region: a gap analysis of industry expectations and satisfaction,” <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2015.1012707>, vol. 41, no. 1, pp. 34–52, Jan. 2015, doi: 10.1080/03043797.2015.1012707.
- [13] J. González, R. Wagenaar, and P. Beneitone, “Tuning-América Latina: un proyecto de las universidades,” *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 35, pp. 151–164, 2004, doi: 10.35362/rie350881.
- [14] F. Buscá Donet and M. Capllonch Bujosa, “De las competencias básicas a las competencias profesionales transversales. Aportaciones desde el ámbito de la educación física,” *Universidad de Barcelona*, pp. 1–13, 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/46772326_De_las_competencias_basicas_a_las_competencias_profesionales_transversales_Aportaciones_desde_el_ambito_de_la_educacion_fisica.
- [15] P. Raciti, *La medición de las competencias transversales en Colombia: una propuesta metodológica*. 2015. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://sia.eurosocial-ii.eu/files/docs/1444897404-DT34.pdf>.
- [16] P. Turiman, J. Omar, A. M. Daud, and K. Osman, “Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 59, pp. 110–116, Oct. 2012, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2012.09.253.
- [17] OCDE, “Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE,” *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*, 2010. <http://www.ite.educacion.es/>
- [18] A. Martín and O. Escanilla, “Competencias para un mundo cognoscente,” *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 21, no. 2–3, 2007. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27412797009>.
- [19] J. J. Castro Maldonado, “Procesos educativos y competencias en la sociedad de la información y el conocimiento del siglo XXI Educational processes and competences in the information and knowledge society of the 21st century,” *Revista CINTEX*, vol. 25, no. 1, pp. 10–11, 2020. Disponible en: <https://>

- revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/358.
- [20] R. Carneiro, J. C. Toscano, and T. Alcira. Diaz, *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*, Fundación. Madrid, 2021. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.oei.es/uploads/files/microsites/28/140/laestic2.pdf>.
- [21] E. D. Carmen Cruz Rodríguez, “Importancia del manejo de competencias tecnológicas en las prácticas docentes de la Universidad Nacional Experimental de la Seguridad (UNES),” *Revista Educación*, vol. 43, no. 1, pp. 196–218, 2019, doi: 10.15517/revedu.v43i1.27120.
- [22] M. Flórez Romero, A. J. Aguilar Barreto, Y. K. Hernández Peña, J. P. Salazar Torres, J. A. Pinillos Villamizar, and C. A. Pérez Fuentes, “Sociedad del conocimiento, las TIC y su influencia en la educación,” *Espacios*, vol. 38, no. 35, 2017. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n35/a17v38n35p39.pdf>.
- [23] J. J. Castro-Maldonado, J. A. Londoño-Gallego, S. Londoño-Marin, and J. A. Patiño-Murillo, “Implementation of a technological, information, and communication tool for project management in the network of Tecnoparque, Colombia,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1418, no. 1, p. 012014, Dec. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1418/1/012014.
- [24] M. F. Caro, D. P. Josyula, and J. A. Jiménez, “Multi-level pedagogical model for the personalization of pedagogical strategies in intelligent tutoring systems,” *DYNA*, vol. 82, no. 194, pp. 185–193, Nov. 2015, doi: 10.15446/dyna.v82n194.49279.
- [25] OCDE, “Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental,” 2015. Disponible en: <https://www.oecd.org/publications/manual-de-frascati-2015-9789264310681-es.htm>.
- [26] OECD, *Manual de Frascati: Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. 2002. Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/manual-de-frascati-2002>.
- [27] Consejo Nacional de Ciencia tecnología e Innovación tecnológica, *Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (I+D)*. 2020. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/concytec/informes-publicaciones/1323538-guia-practica-para-la-formulacion-y-ejecucion-de-proyecto-de-investigacion-y-desarrollo>.
- [28] J. Hurtado de Barrera, *Metodología de la Investigación Holística*, 4th ed. 2006. Accessed: Mar. 23, 2022. [Online]. Available: <https://isbn.cloud/9789806306523/metodologia-de-la-investigacion-holistica-4ta-edicion/>.
- [29] S. Palella Stracuzzi and F. Martins Peñana, *Metodología de la Investigación Cuantitativa*, 3rd ed. Caracas, 2012. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.lopezgalvezasesores.com/descargas/metodologia_investigaci%C3%B3n.pdf.
- [30] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación Cuarta edición*. 2006. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://sistemas.unicesar.edu.co/documentossistemas/sampieri.pdf>.
- [31] E. van Laar, A. J. A. M. van Deursen, J. A. G. M. van Dijk, and J. de Haan, “Measuring the levels of 21st-century digital skills among professionals working within the creative industries: A performance-based approach,” *Poetics*, vol. 81, no. January, p. 101434, 2020, doi: 10.1016/j.poetic.2020.101434.

- [32] República de Colombia, *Resolución 3462 de 2003*. Ministerio de Educación Nacional, 2003. Accessed: Mar. 24, 2022. [Online]. Available: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86408_Archivo_pdf.pdf