

VOLUMEN 7

REVISTA
ENCUENTRO
SENNOVA
DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO



ENCUENTRO
SENNOVA
DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO

VOLUMEN 7

Rionegro, diciembre de 2021



Esta obra está bajo una **Licencia Creative Commons**
Atribución-NoComercial.CompartirIgual 4.0 Internacional



Tecnoparque
Rionegro



REVISTA ENCUENTRO SENNOVA DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO, 2021
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
CENTRO DE LA INNOVACIÓN, LA AGROINDUSTRIA Y LA AVIACIÓN
VOLUMEN 7
Diciembre 2021, Rionegro (Antioquia), Colombia.
Periodicidad: Anual
e-ISSN: 2665-2447

EQUIPO ADMINISTRATIVO

Carlos Mario Estrada

Director General
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Nidia Gómez Pérez

Directora de Formación Profesional
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Juan Felipe Rendón Ochoa

Director Regional Antioquia

Jorge Antonio Londoño

Subdirector Centro de la Innovación, la
Agroindustria y la Aviación

Eliana María Estrada Mesa

Líder Sennova Del Centro de la Innovación,
La Agroindustria y la Aviación Gestor
Editorial

COMITÉ EDITORIAL/CIENTÍFICO

Luisa Rojo Granda

Centro de la Innovación, la Agroindustria
y la Aviación.
Editora

Catalina María Jaramillo Alzate

Centro de la Innovación, La Agroindustria
y la Aviación.
Editora

Natalia Londoño Osorio

Centro de la Innovación, la Agroindustria
y la Aviación.
Editora técnica

© Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Contenido producto de investigaciones SENNOVA – Sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación del SENA- y sus grupos de investigación.

Hecho el depósito que exige la ley.

Este volumen, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducido por ningún medio sin previa autorización escrita del autor. Los textos publicados son de propiedad intelectual de los autores y pueden utilizarse con propósitos educativos y académicos, siempre que se cite al autor y la publicación. Las opiniones aquí contenidas son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente el pensamiento del editor ni del SENA. Los artículos publicados en medio impreso y electrónico están autorizados por los autores mediante cesión de derechos de autor.

Tabla de Contenido

Editorial.	4
Diseño y simulación de una Pequeña Central Hidroeléctrica para suplir la demanda de energía eléctrica en la vereda Monteadentro del Municipio de Pamplona.	5
Nociones de la investigación y el potencial de la investigación aplicada como estrategia de innovación.	21
Gestión de la inocuidad en ambientes de transformación de alimentos en el SENA Regional Córdoba a través del diseño e implementación de procedimientos de limpieza y desinfección.	44
Diseño de ambientes de aprendizaje híbridos como estrategia de fortalecimiento de competencias STEAM y capacidades para la cuarta revolución industrial (4RI).	60

Editorial

El SENA es una institución que nació hace 64 años con la intención de ofrecer formación gratuita y de calidad a todos los colombianos. A través del tiempo ha logrado ganarse el cariño y convertirse en la entidad estatal más querida y respetada; con programas técnicos, tecnológicos y complementarios enfocados en el desarrollo económico, científico y social del país; busca que las actividades productivas de la industria se vean fortalecidas, apostándole así al mejoramiento de la competitividad en los distintos mercados.

El quehacer de la entidad se fundamenta en la Formación Profesional Integral (FPI), en la cual giran muchos esfuerzos. Uno de ellos es la investigación como esencia de los proyectos formativos que buscan dar respuesta clara a las necesidades productivas del entorno. Es así como nació la Revista Encuentro SENNOVA del Oriente Antioqueño, la cual pretende reconocer y divulgar los esfuerzos de los investigadores y semilleristas de los diferentes centros de formación SENA a nivel nacional, que conforman el Ecosistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA). La revista y sus temáticas parten de un compromiso consciente para revelar y explotar al máximo las ventajas competitivas y soluciones a problemas reales de las regiones; aportando directamente en el discurso investigativo, rigurosidad científica y fortalecimiento educativo.

En este séptimo volumen tenemos el placer de presentarles cuatro artículos investigativos, resultado de nuestro empeño en proyectos enfocados a la formación, innovación, transferencia de conocimiento y nuevas tecnologías; buscando el mejoramiento y la solución de problemas a nivel local, regional y nacional. Para ello nos valem de diferentes estrategias, entre ellas el fortalecimiento de los Semilleros de Investigación, un universo integrado por actores como aprendices, instructores, investigadores, gestores Tecnoparque y facilitadores Tecnoacademia; que generan conocimiento actualizado y cuentan, además, con la capacidad instalada de los 18 Tecnoparques existentes a nivel nacional, los laboratorios de Servicios Tecnológicos y Tecnoacademias; espacios que dan la posibilidad de acceder a tecnologías emergentes acompañados de asesores expertos multidisciplinarios.

Comité Editorial

Diseño y simulación de una Pequeña Central Hidroeléctrica para suplir la demanda de energía eléctrica en la vereda Monte dentro del Municipio de Pamplona

Alexander Carabali Alvarado

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Semillero de Investigación PIENERGY, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Supervisor de redes de distribución de energía eléctrica, correo: alcarabalia@sena.edu.co

Resumen

El diseño y simulación de una Pequeña Central Hidroeléctrica [PCH] permite suplir la demanda energética de poblaciones no conectadas al sistema de distribución local de energía eléctrica, específicamente en la vereda Monte dentro. A través de la simulación mediante el software Mathworks Simulink, se logran establecer los parámetros de respuesta de señales eléctricas a partir de condiciones iniciales y de frontera, permitiendo predecir el comportamiento de la aplicación real. La metodología empleada es la Investigación Aplicada mediante la experimentación de las variables involucradas. Se logra establecer una potencia mecánica de salida del sistema de 12,2 kilovatios (kW) con un caudal disponible de 0,06 m³/s y con eficiencia de 81,75 % en la quebrada Cariongo. Con esta potencia mecánica se puede convertir a potencia eléctrica gracias a un generador eléctrico- asincrónico, obteniendo energía eléctrica que puede suplir demanda de 4 viviendas con instalación monofásica bifilar de 127 voltios (V) y 2 kilovoltamperios (kVA).

Palabras clave:

Eléctrico, energía hidráulica, generación, potencia.

Introducción

El aprovechamiento del caudal disponible a orillas de fuentes hídricas es la única alternativa que tienen muchas comunidades rurales para obtener agua potable y energía eléctrica o mecánica (Unidad de Planeación Minero Energética [UPME], 2015). Específicamente en la vereda Monte dentro existen comunidades que no se benefician de los servicios públicos domiciliarios como la energía eléctrica, entre otros. Su actividad económica principal es la agricultura, la cual suplen en gran parte con las fuentes hídricas disponibles, en este caso la quebrada Cariongo.

La implementación de proyectos de centrales hidroeléctricas requiere de fuertes inversiones públicas o privadas, por tanto, es necesario realizar un estudio de factibilidad técnica y simulación del sistema a implementar antes de realizar una inversión (Tiago et al., 2017). También, se deben considerar otros factores como la topografía, el caudal disponible, la cabeza de bombeo, entre muchos otros; para elegir el tipo de turbina, ya que este depende de la diferencia en la elevación entre la superficie de la cabecera arriba y la superficie del agua de cola debajo; igualmente depende del flujo promedio de agua (Sandoval Erazo, 2018).

Las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH), son la única fuente de suministro de energía eléctrica en áreas rurales como plantas de producción de madera, plantas de producción de productos agrícolas, instalaciones turísticas, centros de comunicación e instalaciones militares (Zivkovic et al., 2018).

Las fuentes de energía eléctrica se pueden clasificar en convencionales y no convencionales, estas últimas muy estudiadas e implementadas en la última década porque son sistemas que generan poco impacto ambiental, lo que las convierte en sistemas amigables con el medio ambiente que incluso favorecen económica y socialmente a las comunidades que las implementan (Ehigiamusoe & Dogan, 2022). Dentro de estos sistemas se encuentran las PCH, que generan energía a partir de la captación de agua de pequeños cauces. Las PCH se clasifican dependiendo de la capacidad energética, como lo son: las Mini Centrales Hidroeléctricas (100 a 1000 kW), Micro Centrales Hidroeléctricas (10 a 100 kW) y Pico Centrales Hidroeléctricas (1 a 10 kW) (Trujillo-Guayara, 2017).

La implementación de proyectos de fuentes alternativas de energía permiten ir acorde con la tendencia nacional y mundial de prevenir la generación de dióxido de carbono (CO₂) y el empleo de Hidrocarburos (Slocum & Gessel, 2022).

Una PCH es un conjunto de instalaciones que tiene como objetivo utilizar una pequeña cantidad de agua que circula por una cuenca hídrica, para así aprovechar la energía potencial y cinética que posee el fluido y transformar esta energía por medio de una turbina y un generador en energía eléctrica (Unidad de Planeación Minero Energetica [UPME], 2015).

El municipio de Pamplona es irrigado por varias fuentes hidrográficas, destacando entre ellas por su caudal y longitud la quebrada Cariongo y la quebrada El Rosal. Actualmente se dispone de dos (2) plantas principales de captación de agua potable: Cariongo y El Rosal; y tres (3) de captación veredales: Monte dentro, Ucuques y Morronegro (Alcaldía de Pamplona, 2015). La actual investigación de la PCH se proyecta para una comunidad de la vereda Monte dentro, que comprende un brazo de la quebrada Monte dentro, con las coordenadas WGS 84 en latitud, longitud, altura metros sobre el nivel del mar [m.s.n.m]: (7,346533; -72,6633286; 2541 m.s.n.m). La PCH tiene como característica trabajar con poco caudal de agua, entregando una potencia en vatios (W) y permitiendo dejar un caudal ecológico reglamentario del 25 % (Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales, Resolución 865 de 2004), suficiente para suplir la demanda energética a una comunidad de 2 kVA por vivienda, existiendo un total de cuatro (4) predios aledaños al brazo de la quebrada Monte dentro.

Para el diseño de una PCH es de vital importancia la correcta selección de la turbina (Abeykoon & Hantsch, 2017); partiendo del caudal en metros cúbicos por segundo (m³/s) y la cabeza de altura disponible. Para establecer esas cantidades se dispone de estudios previos de anteriores investigaciones como datos de medición de alturas en metros (m) y caudales en litros por segundo (l/s) (Díaz et al., 2019). Para la simulación del sistema final, se requiere de modelado por el software Simulink, que permite predecir el comportamiento de todos los componentes del sistema con las condiciones iniciales y de frontera establecidas (Badano & Menéndez, 2021), por lo que se hace necesario emplear un modelo base que consta de bloques de generador

asincrónico, un transformador trifásico y un inversor de corriente continua (Acakpovi et al., 2014). Dicho modelo está proyectado para grandes sistemas de generación hidroeléctrica, pero se adaptará a las escalas de las condiciones locativas de la quebrada Monte dentro (Serpoush et al., 2017). Con los datos de potencia mecánica en W y las revoluciones por minuto (RPM) entregados por la simulación se desarrolla el estudio de selección técnica del generador eléctrico, y con la demanda máxima energética de la comunidad se proyecta la carga máxima en kVA a suplir.

Metodología

Se llevó a cabo un tipo de investigación cuantitativa– experimental, puesto que se desarrolló un pretratamiento físico, medición del caudal, formulación del diseño propuesto y análisis costo-beneficio del proyecto. En lo que respecta a las variables, se usó para la variable dependiente la potencia mecánica en W que entrega la turbina hidráulica seleccionada y para las variables independientes: caudal de agua (Q) en m^3/s en quebradas o brazos del río Pamplonita y generador hidrodinámico más cabeza de bomba (H) en m de la sección de la quebrada Monte dentro. Por otro lado, para la recolección de datos durante la investigación se utilizaron métodos sencillos de determinación de caudales y desniveles en el brazo de la quebrada en cuestión.

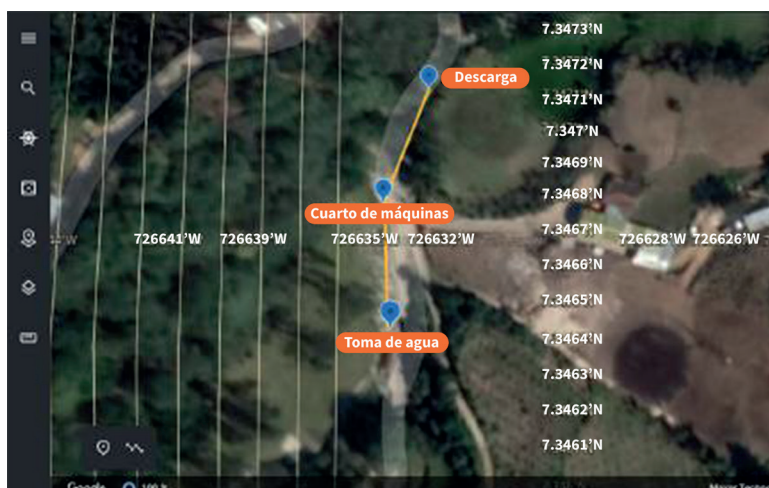
Para la selección técnica de la turbina se debe tener estimación de los caudales máximo y mínimo que entregan las diferentes quebradas del municipio de Pamplona. Para la quebrada Monte dentro, se tiene un caudal máximo de $0,10971 \text{ m}^3/\text{s}$ y un caudal mínimo de $0,06886 \text{ m}^3/\text{s}$ (Alcaldía de Pamplona, 2015).

Para poder determinar el caudal instantáneo de la quebrada se utilizó el método de área-velocidad, recomendado por el Manual piragüero del Programa Integral Red Agua, (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia [CORANTIOQUIA], 2014). El método consiste en medir el tiempo empleado por un objeto flotante en recorrer una longitud determinada de una cuenca, conociendo previamente el área de sección transversal media de la misma. Se procede a calcular el volumen medio y se

divide entre el tiempo medido con un cronometro, en segundos. La toma de datos se dio en la ubicación WGS 84 en latitud, longitud, altura m.s.n.m: (7,346533; -72,6633286; 2541 m.s.n.m), ver Figura 1.

Figura 1

Ubicación de la toma de caudales y alturas.



Nota. Toma propia de la investigación (2021).

Por cada iteración de ensayo se calcula el volumen instantáneo, siguiendo la Ecuación 1.

Ecuación 1

Cálculo del Volumen

$$V = A * L$$

Nota. Volumen es a Área de Sección Transversal por Longitud (Giancoli, 2006). Donde V es el volumen a calcular en cm^3 ; A es el área de sección transversal de la quebrada en cm^2 y L es la longitud la cual se desplaza el objeto flotante en cm.

Para Calcular el caudal en cm^3/s se divide algebraicamente el volumen calculado y el tiempo en segundos (s), medido en el cual tarda el objeto flotante en recorrer la longitud L. Ver Ecuación 2:

Ecuación 2

Cálculo de Caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

Nota. Caudal es a Volumen sobre tiempo en segundos. Se puede definir también como flujo volumétrico, producto de la velocidad del fluido por la sección transversal. (Serway & Jewett, 2008)

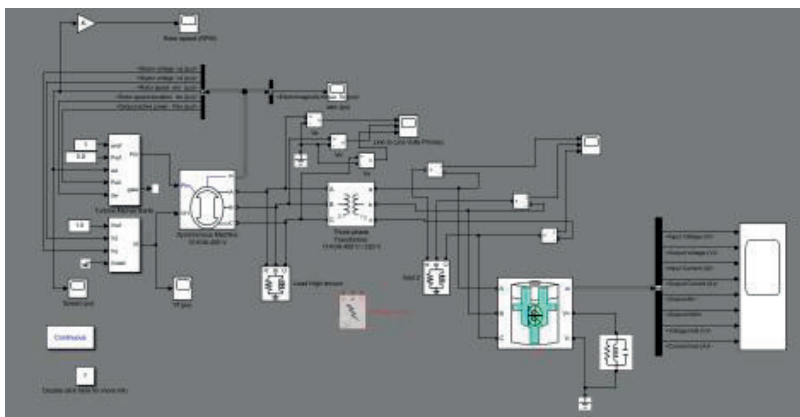
Medición de Desnivel: Debido a la deformidad del terreno y de no disponer de un Teodolito, se logró realizar la medición del desnivel o caída de la quebrada con el método convencional, por niveles de agua y manguera de 1/2", realizando cinco (5) pruebas cada 2 m; logrando así establecer una caída de nivel de hasta un máximo de 2 m en los 13 m de longitud.

Simulación del Sistema: El modelo de control que se utilizó en Simulink como base fue el desarrollado por Acakpovi, Hagan, y Fifatin (Acakpovi et al., 2014). Este comprende diferentes bloques con las variables que intervienen en un sistema sencillo de generación de energía hidráulica.

El sistema en particular utiliza bloques de programación que contienen las variables mecánicas que excitan el generador sincrónico. Para efectos de la investigación, se utilizó el modelo adaptado por Reinaldo Díaz (Díaz et al., 2020), en el cual se editaron los valores a una escala más acorde a las condiciones de los caudales y alturas locales, además se incluyeron nuevas etapas en el sistema de control. El modelo adaptado se encuentra en la Figura 2.

Figura 2

Modelo configurado para la simulación.



Nota. Toma propia de la investigación (2021).

Para la simulación de la posible implementación de la PCH en la quebrada Monte dentro se adaptó el anterior modelo a la escala adecuada. El bloque mecánico de la turbina Michell Banki se modificó con una eficiencia del 80 % y el bloque de la maquina sincrónica se adaptó a un generador comercial de 10 kVA, 400 voltios de corriente alterna (VAC) trifásico, 80 % de eficiencia y 1500 RPM. El transformador trifásico se modificó por uno de 10 kVA, de 400 VAC a 220 VAC.

Resultados y discusión

Caudal Medio por método de Área-Velocidad 3,2. Se tomó el 85 % del caudal ecológico disponible en la quebrada, dejando disponible un 15 % (Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales, Resolución 865 de 2004), teniendo en cuenta que el caudal mínimo de la quebrada Cariongo es de $68.86 \text{ m}^3/\text{s}$ (0.0688 L/s) y el caudal máximo es de $109.71 \text{ m}^3/\text{s}$. Ver Tabla 1: Caudal Medio por Método de Área-Velocidad (0.10971 L/s), se estima que:

Tabla 1*Caudal Medio por Método de Area-Velocidad*

Iteraciones	1	2	3	4	5	6	7	8
Distancia A-B (L) en m	7	7	7	7	7	7	7	7
Ancho (A) en m	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3	1,35	1,25
Profundo (H) en m	0,10	0,09	0,10	0,11	0,12	0,10	0,085	0,1
Tiempo (t) en s	9,88	9,73	11	10,3	9,7	9,89	9,53	9,9
Volumen calculado (V) en m ³	0,91	0,76	0,86	0,92	1,01	0,91	0,8	0,88
Caudal Calculado (Q) en m ³ /s	0,09	0,08	0,08	0,09	0,1	0,09	0,08	0,09
Caudal Calculado (Q) en L/s	92,71	77,7	78,59	89,71	103,92	92,01	84,29	88,38

Nota. Fuente propia de la investigación (2021).**Tabla 2***Caudal Ecológico*

	Caudal Disponible	Caudal Ecológico del 0,85
Caudal Mínimo en m ³ /s	68,86	58,531
Caudal Máximo en m ³ /s	109,71	93,254

Nota. Tomado de Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales, Resolución 865 de 2004: Artículo 3.4.2.**Tabla 3***Desnivel y cabeza de bombeo*

Desnivel		
Tramo medido	Distancia de Tramo en m	Distancia de Tramo en m
1	0	0
2	2,2	0,9
3	4,4	1
4	6,6	1,28
5	8,8	1,7
6	11,1	1,67
7	13,3	1,93

Nota. Fuente propia de la investigación (2021).

Para el cálculo de la potencia útil, se empleó la expresión de Bernoulli, considerando el agua como un fluido incompresible con pérdidas cercanas a cero en tubería y accesorios. Para ello empleamos la Ecuación 3:

Ecuación 3

Cálculo de Potencia Hidráulica de Bernoulli

$$P = Q * H * \gamma$$

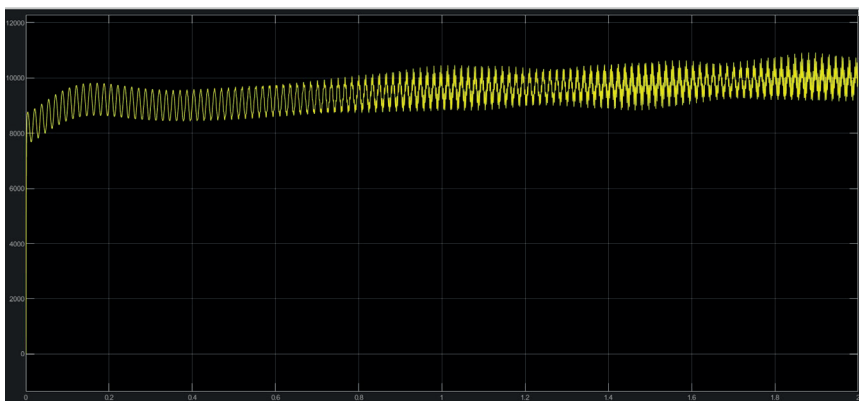
Nota. Q es el caudal medio ecológico medido, en m³/s; H la cabeza de bombeo en m y γ el peso específico del agua. (Serway & Jewett, 2008)

Con los valores obtenidos en la investigación para Q=0,06 m³/s; H=21m y γ =9780,4 N/m³; la potencia de bombeo que entregaría el sistema de generación hidroeléctrico a pequeña escala es de 12,232 kW.

Resultados de la simulación por modelo en Simulink - MATHWORKS R2020a.

Figura 3

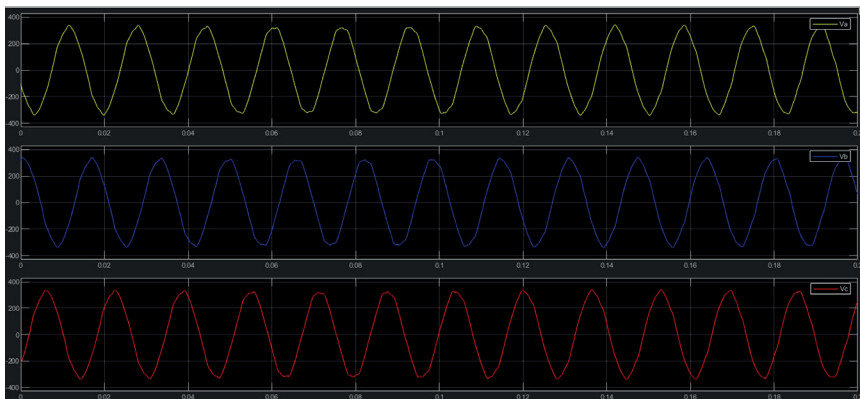
Potencia Mecánica Simulada



Nota. Valor medio de 10 a 11 kW. Creación propia (2021).

Figura 4

Voltajes Fase-Fase de salida del alternador



Nota. 220 V; por fase. Creación propia (2021).

De los valores obtenidos en la medición por el método de área-velocidad, el caudal promedio fue de 0,0875 m³/s. Aplicando el valor medio de las 8 iteraciones realizadas en la Ecuación 4.

Ecuación 4

Cálculo del Caudal medido promedio

$$Q_m = \frac{\sum_{n=1}^8 Q_n}{8} \quad Q_m = 0,0875 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nota. Propio de la investigación (2021).

A partir del caudal medio de 0,0875 m³/s, aplicando un factor de reducción de caudal ecológico de 0.85 y teniendo en cuenta los valores máximos y mínimos de Caudal de la Quebrada Cariongo (Alcaldía de Pamplona, 2015), el caudal utilizado para el diseño de la central hidroeléctrica es de 68.86 m³/s.

El caudal medio está dentro de los caudales disponibles en temporadas secas y lluviosas (Amiri et al., 2016), además de dejar disponible el caudal mínimo del 15 %.

La potencia mecánica máxima en kW que puede llegar a impulsar la turbina es de 12.232 kW, teniendo en cuenta las pérdidas en el eje, pérdidas en el cobre y pérdidas magnéticas; es conveniente seleccionar un alternador eléctrico de 10 kW, dimensionando el sistema con una eficiencia de 81.75 % (Abeykoon & Hantsch, 2017). Ver Ecuación 5.

Ecuación 5

Eficiencia de maquina eléctrica real

$$n = \frac{P_{elec}}{P_{mec}}$$

Nota. Tomado de Abeykoon & Hantsch (2017).

De acuerdo con la ubicación de Google Earth, y teniendo en cuenta la proyección de ubicación del cuarto de máquinas, el tramo total de cabeza de bomba es de 21 m. Esta longitud representa la longitud total de tubería desde la toma de agua hasta la succión de la turbina.

Se selecciona una turbina de tipo Michell-Banki (Polák et al., 2016), ya que se dispone de una potencia hidráulica entre 10 y 15 kW, y un caudal entre los 0,1 y 0,2 m³/s. Se selecciona un alternador de 10 kW a 220 VAC y 1300 R.P.M, el cual se acoplará al eje de la turbina Michell-Banki. Para el diseño del modelo de simulación no se tuvieron en cuenta inestabilidades generadas por el ambiente o agentes externos (Kougias et al., 2019) ya que se consideran, debido a la pequeña escala del sistema, despreciables.

La turbina seleccionada para la simulación es la Michell Banki (de 12 kW), que en comparación con una Kaplan (294 kW) (Abeykoon & Hantsch, 2017) y una Pelton (0,134 kW) (Espitia-Rodríguez, 2013) , es económica y de fácil diseño, obteniendo una Potencia considerable, y se ajusta a las condiciones locales de Caudal. Un 16,4 % de la energía producida en el mundo es Hidroeléctrica en contraste con un 70 % de la energía

producida en Colombia que es de origen hídrico (Ministerio de Minas y Energía [Minenergía], s.f.). La tendencia de aprovechamiento de energía Nacional y Global es hacia las fuentes hídricas.

Tabla 4

Demanda en kVA por vivienda

Detalle Circuito	Cantidad	Volataje	Carga	Carga Total	Factor de potencia	Demanda de energía
Unidad	Und	V	W	W		kVA
Iluminación Led	8	127	6	48	0,95	50,53
Licuada	1	127	300	300	0,95	315,79
Nevera	1	127	70	70	0,95	73,68
Toma Uso General	4	127	180	720	0,95	757,89
Computador	1	127	500	500	0,95	526,32
Tv Led	1	127	300	300	0,95	315,79
Cargador De Celular	2	127	10	20	0,95	21,05
Reserva						
Carga Total			1958	1958	0,95	2061,05

Nota. Fuente propia de la investigación (2021).

La pico central hidroeléctrica tendría suficiente capacidad para suplir la demanda energética de cuatro (4) viviendas, cada una con una demanda máxima diversificada de 2 kVA a una tensión de servicio de 127 VAC.

Conclusiones

En la zona de la quebrada Monte dentro en estudio, el caudal ecológico disponible es de 0,06 m³/s, para un desnivel de 1,93 m. La longitud total de cabeza de bombeo es de 21m.

Los resultados de la simulación demuestran que es factible utilizar una turbina de tipo Michell Banki acoplada al generador seleccionado sin afectar el funcionamiento normal de los equipos. Las señales de onda de entrada y salida de generador son estables y dentro del funcionamiento esperado. La respuesta de las señales eléctricas demostró un comportamiento normal. El transformador trifásico baja a baja de 10 KVA, entrega 220 voltios y 5 amperios por fase.

La pico central hidroeléctrica tiene capacidad suficiente para suplir la demanda de energía de 4 viviendas de 2 kVA de carga cada una, con una tensión fase neutro de 127 VAC, con conexión tipo monofásico bifilar.

Referencias

- Abeykoon, C. & Hantsch, T. (2017, del 8 al 10 de junio). Design and analysis of a Kaplan turbine runner wheel [conference]. *Proceeding of the 3rd World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering (MCM'17)*, Rome, Italy.
<https://vdocuments.net/design-and-analysis-of-a-kaplan-turbine-runner-wheel-151-3-the-head-h-is-difference.html?page=1>
- Acakpovi, A., Hagan, E. & Fifatin, F. (2014). Review of Hydropower Plant Models. *International Journal of Computer Applications*, 108(18), 33–38.
<https://doi.org/10.5120/19014-0541>
- Alcaldía de Pamplona. (2015). *Plan básico de ordenamiento territorial municipio de Pamplona*.
<https://es.scribd.com/document/403135887/DIAGNOSTICO-PBOT-PAMPLONA-pdf>
- Amiri, K., Mulu, B., Cervantes, M. & Raisee, M. (2016). Effects of load variation on a kaplan turbine runner. *International Journal of Fluid Machinery and Systems*, 9(2), 182–193.
<https://doi.org/10.5293/IJFMS.2016.9.2.182>
- Badano, N. & Menéndez, Á. (2021). Numerical modeling of Reynolds scale effects for filling/emptying system of Panama Canal locks. *Water Science and Engineering*, 14(3), 237–245.
<https://doi.org/10.1016/j.wse.2021.03.006>
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia [CORANTIOQUIA]. (2014). *Manual Piragüero, Medición de Caudal*.
<https://cia.corantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15916&viewallitems=1>

- Díaz, R., Morales, A., Castro, G. y Carabali, A. (2020). Diseño e implementación de una pequeña central hidroeléctrica (pch) en zona rural del municipio de Pamplona - Norte de Santander. *Red Latinoamericana de Jóvenes e Investigadores*, 1 (12), 318–320. <http://fundacionlasirc.org/images/Revista/Volumen1.No.12DERECHOEINGENIERIA.pdf>
- Ehigiamusoe, K. & Dogan, E. (2022). The role of interaction effect between renewable energy consumption and real income in carbon emissions: Evidence from low-income countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111883. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2021.111883>
- Espitia-Rodríguez, S. (2013). *Diseño De Una Pequeña Central Hidroeléctrica a Escala Laboratorio Utilizando Aguas Lluvias Del Bloque a De La Universidad Libre, Sede Bosque Popular* [Tesis maestría, Universidad Libre Colombia]. Repositorio Institución Unilibre. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11325>
- Expotecnología. (2019).Desafíos en Ingeniería investigación aplicada. En A. Carabali, J. Flórez y W. Jaimes. (Eds.). Estudio de factibilidad técnica para implementación de un sistema híbrido de tornillo sin fin hidrodinámico y generador eólico, en zonas rurales del Municipio de Pamplona, Norte de Santander (pp. 191-202). Ediciones TECNAR Cartagena de Indias (Vol. 19, pp. 191–202).
- Filho, G., Santos, I. & Barros, R. (2017). Cost estimate of small hydroelectric power plants based on the aspect factor. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.134>
- Giancoli, D. (2006). *Física: principios con aplicaciones* (V.Campos, Trad.; 6.ª ed.). Pearson Educación. (Trabajo original publicado en 2005).
- Kougias, L., Aggidis, G., Avellan, F., Deniz, S., Lundin, U., Moro, A., Muntean, S., Novara, D., Pérez-Díaz, J., Quaranta, E., Schild, P. & Theodossiou, N. (2019). Analysis of emerging technologies in the hydropower sector.

Renewable and Sustainable Energy Reviews, 113.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109257>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia (Agosto, 4, 2004). Resolución 865 de 2004. *Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.*
https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion_865_20040722.htm

Ministerio de Minas y Energía [Minenergía]. (s.f). Participación global de la generación de la electricidad.
<https://www.minenergia.gov.co/historico-de-noticias?idNoticia=24094573>

Polák, M., Polák, V. & Hudousková, M. (2016, del 7 al 9 de septiembre). Verification of model calculations for the Kaplan Turbine design [conference]. *6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering*, Prague, Czech Republic.
http://www.researchgate.net/publication/322757647_Verification_of_Model_Calculations_for_the_Kaplan_Turbine_Design

Sandoval Erazo, W. (2018). Conceptos Básicos de Centrales Hidroeléctricas. En Sandoval, W. (Ed.), *Diseño de Obras Hidrotécnicas* (pp.245-277). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
http://www.researchgate.net/publication/326560960_Capitulo_6_Conceptos_Basicos_de_Centrales_Hidroelectricas

Serpoush, B., Khanian, M. & Shamsai, A. (2017). Hydropower plant site spotting using geographic information system and a MATLAB based algorithm. *Journal of Cleaner Production*, 152.
<http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.095>

Serway, R. & Jewett, J. (2008). *Física Para Ciencias e Ingeniería*. (V. Campos, Trad.; 7.ª ed.). CENGAGE Learning (Trabajo original publicado en 2008).
<http://www2.fisica.unlp.edu.ar/materias/fisgenI/T/Libros/Serway-7Ed.pdf>

- Slocum, A., & Gessel, D. (2022). Evolving from a hydrocarbon-based to a sustainable economy: Starting with a case study for Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111750. <http://doi.org/10.1016/J.RSER.2021.111750>
- Tiago, G., Silva, I. & Mambeli, R. (2017). Cost estimate of small hydroelectric power plants based on the aspect factor. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.134>
- Trujillo-Guayara, A. (2017). *Diseño de una pico central hidroeléctrica en la localidad de Usme, Bogotá* [Tesis pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15273>
- Unidad de Planeación Minero Energetica [UPME]. (2015). *Hidroenergía*. Ingfocol Ltda. Potencial Hidroenergético de Colombia (pp.25-36). https://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Atlas/Atlas_p25-36.pdf
- Zivkovic, S., Cerce, L., Kostic, J., Majstorovic, V., & Kramar, D. (2018). Reverse engineering of turbine blades Kaplan's type for small hydroelectric power station. *Procedia CIRP*, 75, 379–384. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.037>

Nociones de la investigación y el potencial de la investigación aplicada como estrategia de innovación

Dr. Yeider Gutiérrez Novoa

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Grupo de Investigación GRUINVCAM, Centro Agroindustrial del Meta, Líder del Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, correo: ygnovoa@sena.edu.co

Resumen

En el contexto educativo actual el componente investigativo es tema de gran interés para las diferentes entidades de formación, siendo el encargado de direccionar y administrar las ideas que surgen desde la mirada crítica del individuo. Este logra convertirlas en realidades a través de proyectos de investigación que generan diversos planes de acción para atender las situaciones problemáticas identificadas; para ello se pretende proporcionar las nociones de la investigación y las bases conceptuales necesarias para contextualizar la investigación aplicada como una estrategia de innovación capaz de generar nuevos conocimientos. Es necesario esta revisión a través de la metodología para la evaluación de artículos y estudios empíricos que abordan las nociones de la investigación básica y aplicada, en la cual se confirma que el rol de la educación superior es determinante para avanzar en el ámbito de la investigación y favorecer al desarrollo del país.

Palabras clave: Tipos de investigación aplicada, método científico, investigación básica, habilidades investigativas.

Introducción

Desde la apreciación que da la sociedad a los procesos investigativos, es claro evidenciar su lugar como una actividad de gran complejidad, que demanda tiempo y un esfuerzo sobredimensionado para su logro. Es desde allí que se da el punto de partida para desmitificar este tipo de concepción y permitir la vinculación de manera autónoma de más investigadores a dicho campo. De acuerdo con Acevedo- Ruiz (2012), la investigación, siendo un oficio menos complejo de lo que se considera, sostiene en la sociedad un mito sobre las dificultades que enfrenta quien la realiza, infundiendo temor y causando un rechazo entre los profesionales, tanto en formación como en ejecución de sus labores. Por esto, se establece un contexto de revisión en los aspectos relacionados a la investigación desde su percepción como básica y aplicada, su fundamentación, aspectos generales y mitos que se gestan en dirección a ella, catalogándola como complicada y solo desarrollada por personas con características académicas superiores. Estas características la postulan como un actividad casi inalcanzable; por su lado, la de tipo aplicada es parte fundamental de una estrategia de innovación y transformación de los conceptos tradicionales con la fortaleza de causar cambios en la situación identificada en un periodo de tiempo muy reducido.

De acuerdo con Hernández-Pina (2002), en las últimas décadas se ha fundamentado una relación estrecha entre la investigación y la docencia en la educación superior, esto se identifica en las numerosas publicaciones que muestran la importancia de esta relación para mejorar el servicio en la educación. Es por esto que en la revisión se destaca la importancia de los procesos investigativos para las instituciones de formación como parte integral del aprendizaje que se implementa en la actualidad, así como la relevancia de quien transmite los conceptos respectivos para alcanzar una competencia investigativa en los estudiantes -tómese en cuenta el rol del docente en la educación que se imparte en los centros de formación-. Gran parte de las habilidades investigativas son innatas en el hombre: tales como la observación, los cuestionamientos y el análisis de su entorno; siendo perfeccionadas si el ambiente donde se desarrolla el individuo es adecuado para ello. De esta manera, es pertinente contextualizar la investigación aplicada como una estrategia de innovación capaz de generar nuevos conocimientos dentro de

la evolución de procesos y productos en dirección a la eficiencia y la sostenibilidad, permitiendo a nivel prospectivo aportar al desarrollo local de cada región a través de las capacidades, ideas y propuestas que surgen de quienes ejecutan actividades investigativas, además de entregar soluciones a lo que se identifica como necesidades por satisfacer.

Según Pilat y Galindo-Rueda (2016), el conocimiento obtenido en los procesos de investigación es el que da paso a la innovación, mejora la eficiencia del aspecto investigado y permite la difusión del conocimiento. Por lo tanto, es necesario: comprender la diferencia entre investigación básica e investigación aplicada, por ser este un punto clave que la diferencia; y comprender la capacidad que tienen estas dos para convertirse en una estrategia para la generación de procesos innovadores en diferentes áreas del conocimiento, constatándose como una herramienta que fortalece la producción de nuevo conocimiento y lo pone disponible en el menor tiempo posible. Esta estrategia de transformación a partir de lo investigado genera sus respectivos productos de investigación, los cuales se convierten en un aporte a la sociedad y promueven avances en sus respectivas áreas de estudio.

Metodología

Se aplicó la metodología para la evaluación de artículos que permitieron contextualizar a la investigación aplicada como una estrategia de innovación. Para ello se orientó la actividad de búsqueda en variadas bases de datos de la web como Scopus, SciELO, Google Scholar y Dialnet principalmente; siendo importantes al aportar un gran número de artículos indexados. En esta actividad el número de artículos de revisión para el fortalecimiento y la estructura del tema de disertación fue de 36 referencias bibliográficas: el 96% fueron artículos en español; así como artículos con más de 10 años de publicación con un 23%, un 76% para artículos con mínimo 10 años de publicación, el 43% para artículos de 5 años de publicados y 26% de artículos científicos del año 2021.

La metodología para la selección de los artículos propone analizarlos y evaluarlos de acuerdo con criterios como la calidad, la originalidad, la claridad del tema expuesto, nivel académico del autor, la pertinencia con

el tema tratado y el dominio bibliográfico y de conocimiento que maneja el artículo utilizado. Estos son los aspectos esenciales para fundamentar esta revisión (Garcés y Duque, 2007). De esta manera, los diferentes estudios y publicaciones relacionadas en la revisión fueron analizadas con anterioridad para determinar si estas contemplaban una pertinencia para lo que se quería demostrar, aportando un sustento científico y acertado para esta actividad.

Desarrollo del tema

¿Qué es investigar?

Para entrar en contexto es necesario conocer las diferentes definiciones para esta actividad, para algunos es considerada como un proceso complejo de realizar en la cotidianidad. Para Puebla-Espinosa (2014), el investigar logra dar una respuesta a las problemáticas científicas, utilizando para ello unos pasos sistemáticos que involucran la generación de nuevo conocimiento considerado válido y adecuado para ser la base futura de nuevos procesos investigativos. Así mismo, Vargas-Cordero (2009), expone que investigar es identificar una realidad y transformarla de los aspectos tradicionales a un nuevo momento en sus características iniciales; además de comunicar que las disciplinas científicas sin una producción de conocimiento eficiente se aminoran hasta el punto de incrementar la posibilidad de desaparecer por el poco avance que proponen. De ahí que el fortalecimiento de las disciplinas es dependiente del grado de investigación y productos generados, siendo estos últimos las evidencias de cada una de las actividades planificadas en los proyectos de investigación, lo queda disponible para la sociedad.

En este sentido, para Aguirre et al. (2013), investigar posibilita que los individuos conozcan mejor la disciplina de estudio, ya que les permite conocer lo particular y lo general de un tema o fenómeno social. Generalmente aplicado a los aspectos cotidianos, este proceso permite que la práctica del profesional sea más adecuada y efectiva, permitiendo que en las futuras actividades se aborde dicho tema de una mejor manera, atendiendo a necesidades más específicas y reduciendo el tiempo en su abordaje. De esta manera, los aspectos naturales de

investigar muestran una aplicabilidad no solo en el área científica y orientada a un método en particular, sino que obedecen a una serie de acciones que puede realizar determinada persona para comprender su entorno y las diferentes situaciones sujetas a su propio análisis. Finalmente, Ordóñez y Oltra (2012), define el investigar como la sistematización de aspectos que son poco conocidos, que identifican y describen un problema a través de la obtención de información que debe ser analizada e interpretada para comprender dicha situación.

Asimismo, es claro comprender que el investigar contiene etapas que de manera consiente o inconsciente obedecen a un método científico, el cual le permite obtener resultados propios de un análisis crítico con el propósito de atender a una necesidad sentida. Por lo tanto, el método científico es definido como el conjunto de procedimientos que a través de técnicas necesarias aborda y soluciona un problema o un conglomerado de estos (Bunge, 2009; Buendía et al., 2012). Por lo tanto, se comprende la relación implícita del método científico con las actividades de investigación, así como la posibilidad de fortalecer estas capacidades con el propósito de perfeccionar las habilidades investigativas que se aplican en los diferentes espacios que lo requieren.

En este sentido, Kerlinger y Howard (1988), describe el método científico como el proceso sistemático en que se aplica el pensamiento al investigar, y el cual es de génesis reflexiva. No obstante, el proceso cuantitativo se le equiparaba con el método científico, mientras el componente cualitativo era asumido como muy subjetivo en su fundamentación; hoy, tanto el proceso cuantitativo como el cualitativo son considerados formas de hacer ciencia y producir conocimiento (Hernández et al., 2014). En la actualidad existe un equilibrio entre la utilización del método cuantitativo y el cualitativo, ya que ambos contienen unas bondades específicas para la atención al estudio investigativo de una determinada problemática, inclusive llegan a implementarse de manera conjunta complementando las acciones que ejecuta el investigador.

Mitos sobre la investigación científica

Desde la mirada tradicional surgieron mitos sobre las actividades investigativas, los cuales causaron que su avance en los contextos educativos fuera tan lento en su ascenso hasta posicionarse como lo está en el presente. En lo que respecta a Hernández et al. (2014), los mitos de la investigación científica la muestran como un proceso complicado, por lo tanto, el primer mito expone que la complejidad con la que se aprecia la investigación hace que su implementación o abordaje sea reducido a un grupo muy específico de profesionales; el segundo mito se orienta a que lo investigado no se aplica a la cotidianidad o a la realidad, ya que presume tratar con temáticas tan difíciles de comprender que simplemente no sucede en la vida diaria. De ahí la visión externa que tiene la mayoría de las personas sobre los retos que se asumen con la investigación, la cual disminuye la participación en este tipo de actividades por el sesgo que se ha generado a partir de los mitos transmitidos a través del tiempo y la ausencia de acciones orientadas a informar y concienciar a estos actores sociales.

De acuerdo con el Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación (Minciencias, 2019), en lo relacionado a la convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación, y al reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación – SNCTEI 2018; del total de 16.799 hojas de vida que fueron certificadas y avaladas, cumpliendo para su reconocimiento, se obtuvo una distribución de la siguiente manera: Investigador Senior: 2.473, Investigador Asociado: 4.349, Investigador Junior: 9.921 e Investigador Emérito: 56; de los cuales 10.385 son de sexo masculino y 6.414 de sexo femenino. De esta manera se comprende la poca participación en investigación que se da en el país si se compara con la población total de Colombianos que es de 50.374.000. Confrontada también dicha información con cifras de la población con capacidad para realizar investigación que, según el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2019), tuvo una distribución de la siguiente manera: para ese año el número de profesionales graduados fue de 482.100, sin tener en presente a los profesionales ya en mercado laboral.

De esta manera, Acevedo- Ruiz (2012), explica que la investigación genera sensaciones que van desde la admiración al temor y que causan una baja

participación de los profesionales en estas actividades, tomando en cuenta que es una actividad más sencilla de lo que se considera en su mayoría. Por consiguiente, el avance de la investigación como parte fundamental de la formación ha sido un esfuerzo de unos pocos actores, que le han aportado y fortalecido desde su entendimiento a masificar esta estrategia como parte importante de un proceso formativo e integral en los diferentes niveles de la cadena de formación. Para esto, los ejercicios investigativos desde el nivel de secundaria y educación media implementados por los docentes son decisivos para comenzar a construir una cultura de la investigación, donde lo más importante es la continuidad de la actividad a través de los diferentes escenarios formativos que establece la educación en Colombia.

Análisis de la investigación básica vs la aplicada

Para comprender el relacionamiento entre los tipos de investigación, es importante identificar las generalidades de cada una de ellas, esto con el propósito de entregar un panorama de reflexión frente al aporte de estas al conocimiento y el desarrollo socioeconómico. De acuerdo con Hernández et al. (2014), la investigación básica es el conglomerado de actividades sistemáticas, prácticas y con un enfoque crítico, que son aplicados a determinada situación o fenómeno con el propósito de transformar el estado inicial encontrado.

En este sentido, la relevancia de la investigación científica en la actualidad está claramente reconocida en la sociedad, ya que es capaz de generar conocimiento e innovación, aspectos que se consideran como el motor de la producción y la competitividad (Henriques-Gil, 2007). De esta manera, la investigación básica aporta a la producción de nuevo conocimiento o el fortalecimiento de los diferentes paradigmas establecidos en determinada área del saber, para lo cual se destina un tiempo que solo lo condiciona la complejidad del proceso de lo que se quiere descubrir.

Por otro lado, Henriques-Gil (2007), destaca que la investigación aplicada se orienta a metas prácticas y concretas que logran solucionar una problemática a corto plazo y en la cual sus beneficios se aprecian en ese mismo periodo de tiempo. En este sentido, permite el uso de los conceptos adquiridos durante la praxis para implementarlos en

beneficio de los actores sociales que hacen parte de la problemática o el fenómeno, así como la profundización que se hace sobre nuevos cocimientos que fortalecen las áreas del saber, siendo el propósito de esta investigación utilizar de manera inmediata el conocimiento adquirido (Vargas-Cordero, 2009; Aguirre et al., 2013). Es aquí donde surge el dilema entre una investigación básica, cuyos objetivos están en la pura extensión del conocimiento; y una investigación aplicada con metas prácticas y concretas que deben revertir en beneficios a corto plazo.

En este sentido, se insiste en que el fin de la investigación científica es mejorar el bienestar humano, sea a través de la salud o de la producción de alimentos o de bienes de consumo. La investigación básica es el origen de toda aplicación, cada descubrimiento científico viene precedido de un conjunto de conocimientos sin los cuales dicho descubrimiento jamás hubiese sido posible (Henriques-Gil, 2007). Al respecto, en las ciencias puras y la investigación básica se busca indagar cómo funcionan las cosas para su uso posterior, mientras en las ciencias prácticas la investigación aplicada tiene como propósito hacer un uso inmediato del conocimiento existente (Aguirre et al., 2013).

El enfoque metodológico y su aporte a la investigación

Atendiendo a la relevancia del enfoque metodológico, como componente indispensable para el proceso investigativo, es necesario su fundamentación bajo la teoría y práctica de los principales exponentes que permiten, en función al tema de la investigación y la problemática identificada, el avance en el procedimiento en cuanto a técnicas e instrumentos a utilizar en el procesamiento de la información y su respectivo análisis. En este sentido, Cedeño-Viteri (2012), determina que las características principales de la investigación cuantitativa es que el proceso investigativo es hipotético y deductivo, los datos se analizan desde la estadística asignando un valor numérico para realizar sus análisis, utilizando una medición integra para ser más objetiva, donde se hace uso de la teoría como fundamento de la estructura de la investigación, mostrando la realidad como un concepto objetivo.

Asimismo, la investigación cualitativa establece unas características en las cuales su objetivo es describir las cualidades de la situación problemática

donde el investigador se separa de la realidad para descubrir las regularidades y realizar la formulación de las generalizaciones probabilísticas que permitan la predicción (Bisquerra et al., 2009). Además, la investigación cualitativa se fundamenta más en la subjetividad del investigador y en el proceso de método inductivo con base en la exploración y descripción, igualmente en cómo a partir de ellas se genera la perspectiva teórica desde los aspectos particulares de la problemática a analizar hasta los generales. De esta manera la entrevista a un actor de la problemática puede entregar las conclusiones generales (Hernández et al., 2014; Arrieta, 2020). A su vez, el enfoque cualitativo permite la integración multidisciplinaria, algo enriquecedor en la solución de dichas problemáticas, siendo también indicado para su funcionamiento sinérgico dentro de un mismo proceso investigativo de tipo cuantitativo (Salgado-Lévano, 2007).

Figura 1

Tipos de enfoques metodológicos en la investigación



Nota. Diagrama sobre los enfoques metodológicos en la investigación. Elaboración propia (2021).

En lo que respecta a Chaves-Montero et al. (2018), el enfoque mixto fortalece y complementa la investigación al permitir una triangulación más extensa, diversa y profunda, dirigida a una mayor comprensión de las situaciones problemáticas; de esta manera, el investigador debe conocer adecuadamente los métodos cuantitativo y cualitativo (Ver figura 1). Igualmente; Caro-González et al. (2014) establecen que la metodología mixta es más frecuente en la actualidad porque permiten un mayor entendimiento del fenómeno estudiado, al incluir procesos cualitativos y cuantitativos, integrando

instrumentos o técnicas como las entrevistas, encuestas, cuestionarios y análisis de contenido, lo cual diversifica la información a encontrar durante la investigación.

Es necesario establecer el enfoque con mayor presencia o fuerza dentro de la investigación; a saber la posibilidad del enfoque mixto, cualicuantitativo o cuanticualitativo; lo cual depende del dominio o la orientación que tenga el investigador por determinado enfoque (Ver figura 1). Además, según Gutiérrez-Novoa (2020), en el relacionamiento de dos aspectos a analizar, tomando como base el principio de causalidad, se determina la dependencia de un componente sobre el otro con el cual se articula, destacando el dominio de uno de los aspectos; ya que, aunque se busque el equilibrio, siempre existe un imbalance que a veces es poco evidente.

Por su parte, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) destacan que la investigación mixta en su interacción general y la potenciación de los métodos aplicados; son sistemáticos, empíricos y críticos. Allí se producen meta inferencias a partir de lo obtenido desde los instrumentos cuantitativos y cualitativos, logrando una mayor comprensión de la situación problemática que requiere un esfuerzo grande por parte del investigador durante su utilización al requerir el dominio de ambas metodologías fusionadas.

Sáiz-Manzanares & Escolar-Llamazares (2021) destacan que los diseños mixtos son muy relevantes para atender a problemáticas y realidades complejas, las cuales requieren de la implementación de dos enfoques y sus técnicas para complementar el análisis. Esta convergencia en la recopilación y análisis de los datos fundamentan una investigación en una alta validación de sus resultados obtenidos, ya que arrojan datos seguros que se expresarán en acertadas conclusiones (Chacón-Moscoso et al., 2019; Preciado et al., 2019).

Las entidades de formación y su adaptación al proceso investigativo

En el proceso de adaptación de las entidades de formación al desarrollo de procesos investigativos, el camino se ha venido adelantando de manera lenta en la mayoría de ellas, ya que atraviesan

por situaciones como la ausencia de los resultados generados por la investigación, el debate sobre si la formación impartida es realmente pertinente para el desarrollo de mejores competencias y habilidades en el individuo y la dificultad de las entidades en afrontar financiación para desarrollarla. Posteriormente, a partir de resultados óptimos en la trascendencia del conocimiento y el mejoramiento de los procesos tradicionales bajo la premisa de la innovación, el panorama de la investigación dio un cambio trascendental en la última década del país, siendo la investigación formativa de la educación superior la que fortaleció este aspecto en particular (Saby, 2012).

No obstante, de acuerdo con El Nuevo Siglo (2013), desde el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) -con la intención de fortalecer los niveles de calidad y pertinencia para el trabajo- surge el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, como parte fundamental de la innovación en sus diferentes escenarios misionales. Además, Rodríguez-Matías et al. (2018), afirman que es determinante el rol de la entidad de formación para fortalecer los conocimientos y habilidades investigativas en el individuo, considerándose como el ente que impulsa la capacidad natural de este para ejercer un análisis crítico.

Por su lado, Arvanitis et al. (2012) explican la oportunidad de la utilización de las nuevas tecnologías para desarrollar procesos de innovación, lo cual permite que las actividades se realicen de manera conjunta sin que los participantes se encuentren en un mismo lugar, generando nuevas maneras de controlar y realizar los procesos en dirección a mayor productividad. De esta manera se visualiza la oportunidad creciente en la actualidad, donde el uso de las TIC en la sociedad es fundamental y puede convertirse en la herramienta que impulse la investigación y la innovación en los centros de formación.

Delgado -Cotrina (2016) establece que en la academia la investigación fomenta el desarrollo de nuevos conocimientos y permite la reflexión sobre las bases existentes de estos. Esto infiere la importancia desde la entidad de formación de involucrar a los estudiantes y docentes en estos ejercicios, ya que les confieren actividades críticas y con gran capacidad de análisis sobre las problemáticas locales, aportando solución de estas. Asimismo, Lupión y Blanco (2021), determinaron que el

objetivo clave para el desarrollo y la competitividad se sustenta en la educación científica, la cual forma individuos alfabetizados en los aspectos científicos y tecnológicos. Por lo tanto, el rol de la entidad de formación es determinante en el fortalecimiento de un pensamiento investigativo para el estudiante, lo cual repercute en su preparación desde la formación y lo complementa con nuevos conceptos y procedimientos útiles en el campo profesional para la toma de decisiones, resolución de problemas o situaciones de su entorno. Según Palacios-Osma & Abuchar-Porras (2020) la innovación en las instituciones de educación superior es prioritaria para lograr las metas y los objetivos propuestos desde su misionalidad investigativa, siendo fundamental el rol de sus grupos y semilleros de investigación, desde el aporte de diferentes productos innovadores y contextos de transferencia de conocimiento, además de ser el entorno de aprendizaje de las competencias investigativas.

El rol del docente en los procesos investigativos

La calidad en la educación superior está directamente ligada a las actividades y prácticas investigativas, por esto, en las universidades es muy necesario realizar investigación fundamentada en la generación de competencias del estudiante en dicha área; destacándose que en Colombia el desarrollo de la investigación en la Universidad es bastante desigual. Esto se evidencia claramente en la comparación de la educación impartida en la Universidad pública con respecto a la privada, aspecto que puede inferir en el rol del docente si se comprenden las diferencias que ofrecen ambos contextos desde su vinculación laboral, estímulos, horarios de trabajo y el tipo de población a la que se le imparte formación (Saby, 2012). De esta manera, los procesos investigativos desde la formación académica permiten que el estudiante refleje en los diferentes niveles educativos habilidades a través de las competencias adquiridas, que pueden direccionarse a mejores capacidades para la resolución de problemáticas y generación de planes de acción que satisfagan las necesidades en su contexto social.

En este sentido, Celi-Frugoni (2014) explica que el rol del docente en la investigación tiene una labor interdependiente, ya que los conceptos que posee el actor que transmite el conocimiento a los estudiantes son

producto de un proceso investigativo propio o ajeno. Para reforzar esta necesidad podemos ver que las capacidades investigativas son esenciales para el desarrollo de una nación, ya que sus acciones repercuten en los diferentes sectores tanto públicos como privados. Por lo tanto, el fortalecimiento a la economía de un país está direccionado por el accionar de los individuos con fundamentación investigativa desde la Universidad, aspecto de gran importancia para comprender el avance de los países desarrollados que invierten en educación.

(Saby, 2012) establece que la relación entre formación en investigación y la misión investigativa en la educación superior propone una precisión en referencia al nivel de aplicación de la investigación científica: siendo la formación para la investigación la que se aplica al pregrado y el nivel de especialización, mientras la misión investigativa queda en manos del nivel de maestría y doctorado en las universidades. De este modo, la labor impartida por el docente como facilitador del conocimiento en investigación es capaz de definir el alcance o la proyección de las capacidades de los individuos a quienes enseña, mostrando un mayor desempeño investigativo únicamente desde el nivel de maestría y doctorado como los espacios para la misión investigativa o la producción de conocimiento.

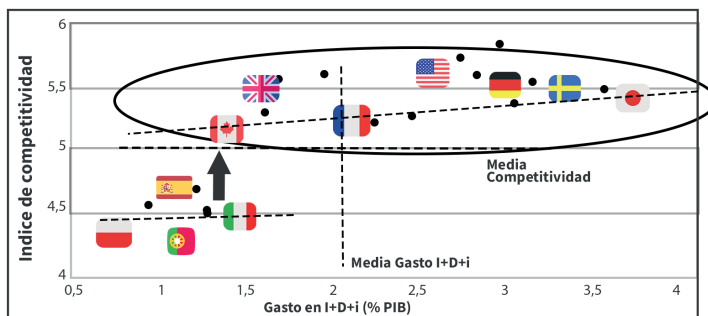
La investigación aplicada y la innovación

En cuanto a la relación entre la investigación aplicada y la innovación es apropiado analizar sus capacidades como estrategias de generación de ideas, transformación de procesos y productos. Según Pilat y Galindo-Rueda (2016) el rol del gobierno en la financiación de la investigación aplicada es de primordial importancia para la innovación, ya que proporciona un escenario para la puesta en marcha como estrategia de transformación de las situaciones inicialmente encontradas, destacándose los procesos innovadores como capaces de generar el crecimiento en la producción y la capacidad de las economías de las naciones. Asimismo, de acuerdo con MINCIENCIAS (2021), en Colombia se estableció desde el año 2012 el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, el cual busca impulsar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y de competitividad en el país, a través de proyectos que fortalezcan los diversos sectores productivos y de servicios.

Según Hippel (1988), aquellas empresas que se fundamentaban en la investigación y la innovación lograban más ganancias que las tradicionales. En este sentido, la National Science Foundation (NSF, 2012) afirma que no solo la inversión económica en Investigación, Desarrollo Tecnológico o Innovación (I+D+i) afecta la capacidad de innovación de una nación, sino que el conglomerado de políticas públicas como la monetaria, fiscal y regulatoria son factores adicionales que fomentan o generan detrimento de la innovación. Además, Thomson & Walport (2020) explican que el Reino Unido, como estrategia industrial y para colocar a la vanguardia la nación, se enfocó en los procesos investigativos y para ello dentro de la estrategia se propuso el incremento en inversión destinado a la investigación y el desarrollo de al menos 2.4 % del Producto Interno Bruto para 2027.

En este sentido, la European Commission (EC,2020) determina que la estrategia para mantener y fortalecer su posición y liderazgo, se sustenta desde la necesidad del desarrollo constante de la investigación, así como la adquisición de habilidades científicas y de innovación, siendo relevante para este logro, el mantenimiento actualizado y a la vanguardia de las instalaciones dedicadas a la investigación. Además, el Ministry of Trade and Industry (MTI, 2020), expone que en lo referido al gobierno de Singapur, la investigación y la innovación, son los dos aspectos fundamentales para desarrollar la economía e impulsar el conocimiento en la sociedad, para ello entre el año 2016 al 2020 se han invertido más de 19 mil millones de dólares para la investigación y el fortalecimiento de centros de desarrollo de I+D+i.

De igual forma, los países desarrollados y con economías potencializadas sustentan su éxito en la generación de nuevo conocimiento y en la implementación de procesos innovadores partir de la investigación. Por ello la demanda de profesionales creativos, con competencias emprendedoras y fortalezas investigativas y de desarrollo; son sin lugar a dudas los atributos que mayor demanda tienen, permitiendo comprender que la innovación es la que fundamenta la competitividad en estos contextos (Ver figura 1) (Gutiérrez y Salcedo, 2017). Sin embargo, en Colombia este aspecto no es una fortaleza, ya que solo ha sido hasta la última década que se ha dado un espacio en las diferentes instituciones para generar nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, viéndose estos como los componentes principales en la transformación de los procesos tradicionales hacia un enfoque acorde a las tecnologías 4.0 y el paradigma de la globalización.

Figura 2*Relación del Índice de Competitividad Vs el Gasto en I+D+i**Nota.* Relación del Índice de Competitividad Vs el Gasto en I+D+i

Lupi3n y Blanco (2021) enfatizan en la relevancia de articular la investigaci3n y la innovaci3n como estrategia para fomentar los cambios que demanda la educaci3n y la sociedad actual. Tambi3n, Ram3rez (2021) afirma que la innovaci3n es necesaria en las pol3ticas p3blicas, para que estas se orienten a fortalecer la generaci3n de conocimiento a trav3s de la investigaci3n, la cual permite el mejoramiento de las condiciones socioecon3micas. En este sentido, Calvo-Cabezas (2021), expone que el enfoque de ciencia para la sociedad, debe fortalecerse desde la promulgaci3n de normatividad y pol3ticas p3blicas que incentiven los cambios institucionales, la participaci3n de grupos de inter3s y la ejecuci3n de una gobernanza al modelo propuesto.

Discusi3n

Finalmente, se debe comprender desde los planteamientos anteriormente descritos que la investigaci3n aplicada propone convertirse en una estrategia para la innovaci3n y esta plantea como adecuado analizar que la fundamentaci3n investigativa es un accionar que depende en su mayor3a de la afinidad del profesional por la generaci3n de nuevo conocimiento, siendo muy importante este aspecto como agente motivador de procesos investigativos. Asimismo, las habilidades innovadoras son mayormente apreciadas en entornos en los cuales se aplica el an3lisis cr3tico y las bases iniciales del investigar, de ah3 la invitaci3n a las entidades de educaci3n a consolidar la formaci3n basada en investigaci3n para integrarla en la enseanza que se imparte.

Barlassina (2021) afirma que la generación de nuevo conocimiento debe ser una acción colectiva, sustentada en bases históricas con el propósito de perfeccionarlas, así como de incluir el aprendizaje del proceso para masificar el conocimiento obtenido en la sociedad. No obstante, Pardo-Arquero (2021) destaca que, en una problemática identificada la respuesta más innovadora es la mejor valorada por la sociedad, de allí parte la importancia de fomentar en la educación este tipo de pensamiento, así como la adquisición de conocimiento; ya que, a más información del individuo más se enriquece la capacidad de generar soluciones.

Quiñonez-Mosquera y Vega-Barbosa (2021) enuncian que el objetivo primordial de las entidades de formación debe sustentarse en la importancia de la investigación y lo que las diferentes actividades para lograrla pueden inferir en el aprendizaje de los estudiantes, beneficiando la educación. También, Humanes (2021) menciona que la apuesta por la innovación debe orientar sus esfuerzos en la generación de proyectos I+D+i, que permitan la transformación de las realidades en los diferentes sectores económicos.

Celi-Frugoni (2014) expone que las acciones dirigidas por el docente en la formación académica son los componentes principales de lo que aprende el estudiante, siendo este aprendizaje sobre investigación de connotación propia o ajena, el cual adecuadamente dirigido influye de manera directa sobre las capacidades que desarrollaran los estudiantes y que al final es aplicado a la sociedad y reflejado en productividad laboral. De esta forma, el papel que desempeña el docente es altamente responsable del conglomerado de aspectos que debe desarrollar un estudiante en su etapa de formación y esto es lo que determina la calidad en la prestación del servicio educativo de los centros de formación.

Además, Hernández et al. (2021) explican que la innovación en las últimas décadas ha mostrado su incidencia en el crecimiento económico de las naciones, siendo las patentes una manera de medir la innovación por garantizar la generación de nuevas aplicaciones del conocimiento. De ahí la posibilidad de comenzar un fortalecimiento en estos temas, los cuales en los referentes se presume como la estrategia de transformación esencial para una comunidad, impulsados a la adaptación de nuevos escenarios, orientados a la satisfacción de las necesidades del presente pero sustentados en una planeación prospectiva.

Conclusiones

Al finalizar la revisión de la literatura, la cual se centró en su mayoría en estudios y datos latinoamericanos, se proporcionan las nociones de la investigación y las bases conceptuales necesarias para contextualizar la investigación aplicada como una estrategia de innovación capaz de generar nuevos conocimientos. De igual forma se plantea la oportunidad de transformar los aspectos tradicionales a nuevos estados de satisfacción de necesidades sociales, destacando la importancia de transmitir este tipo de conceptos y habilidades a los estudiantes bajo procesos educativos eficientes. Se busca también que dichos procesos vinculen diferentes niveles de formación e integren el conocimiento en las diferentes etapas del estudiante hasta su formación como profesional, aportando de esta manera talento humano con nuevas habilidades en el análisis crítico, la reflexión y la capacidad de generar planes de acción ante problemáticas identificadas.

El desarrollo de la investigación aplicada supone la posibilidad de participación de individuos con diferentes niveles educativos, que pueden generar su aporte bajo el direccionamiento del docente como facilitador del conocimiento para llegar a desarrollar nuevas acciones, tecnologías o incluso paradigmas que logren atender a lo requerido en la actualidad. Por lo cual, se construye un nuevo escenario social donde la investigación aplicada es comprendida y utilizada en los diferentes procesos tanto formativos como de índole social en razón a la ruptura de las brechas que separaban al individuo de la generación de acciones investigativas.

Finalmente, la función de la educación superior es de gran relevancia para el desarrollo de un país y sus sectores tanto públicos como privados, ya que desde su misionalidad se forman los individuos con las capacidades necesarias para atender a los diferentes procesos que son requeridos, contexto el ideal para conocer, comprender y ejecutar acciones de investigación. Idea sustentada en la premisa de que la disposición del individuo para el aprendizaje es lo que permite realmente su manifestación, no dejando de lado la capacidad del contexto de la institución de formación para influir de manera positiva o negativa sobre este.

Referencias

- Acevedo-Ruiz, L. (2012). La investigación en la Universidad. Mitos y posibilidades. *Viref*, 01(01), 34-40.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/15329>
- Aguirre, P., Anaya, M. P., Laurencio, R. y Casco, J. (2013). Investigación aplicada e interdisciplinariedad en las ciencias de la comunicación. *Prisma Social*, (11), 294-320.
<https://www.redalyc.org/comocitar.oo?id=353744535009>
- Arrieta, E. (2020). *Método inductivo y deductivo*. Diferenciador.
<https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-metodo-inductivo-y-deductivo/>
- Arvanitis, S., Loukis, E. & Diamantopoulou, V. (2012, del 7-8 de junio). Soft ict and innovation performance: an empirical investigation [Conferencia]. *European, Mediterranean & Middle Eastern Conference on Information Systems 2012*, Munich, Germany.
https://www.researchgate.net/publication/259702452_Soft_ICT_and_Innovation_Performance_An_Empirical_Investigation
- Barlassina, M. J. (2021). Formación de nuevos liderazgos en la región. La experiencia de la academia de innovación política. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 12(22), 84-102.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7869122>
- Bisquerra, R., Dorio, I., Gómez, J., Latorre, A., Martínez, F., Massot, I., Mateo, J., Sabariego, M., Sans, A., Torrado, M. y Vilá, R. (Ed.). (2009). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla, S.A.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=VSb4_cVukkcC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+educativa&ots=PwtzVjhuES&sig=Gxp5OBB3zRwT4o7x8u48FDH1E4s#v=onepage&q=Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20educativa&f=false

- Buendía, L., Colás, P. y Hernández, F. (1998). *Métodos de Investigación en psicopedagogía*. McGraw-Hill.
https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/LEONOR-Metodos-de-investigacion-en-psicopedagogia-medilibros.com_.pdf
- Bunge, M. (2009). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Laetoli.
<http://www.laetoli.es/biblioteca-bunge-editorial-laetoli/98-la-ciencia-su-metodo-y-su-filosofia-mario-bunge-9788492422593.html>
- Calvo-Cabezas, P. (2021). Una propuesta de diseño de sistema de gobernanza ética de datos masivos para la investigación e innovación responsable. *DILEMATA*, 34, 31-49. ISSN-e 1989-7022
- Caro-González, F., García-Gordillo, M.M y Bezunarte-Valencia, O. (2014). La metodología mixta de investigación aplicada a la perspectiva de género en la prensa escrita. *Palabra Clave*, 17(03), 828-853.
<https://doi.org/10.5294/pacla.2014.17.3.11>
- Cedeño- Viteri, N. (2012). La investigación mixta, estrategia andragógica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. *Res Non Verba*, 02(02), 17-36.
<https://studylib.es/doc/8578155/la-investigaci%C3%B3n-mixta--estrategia-andrag%C3%B3gica-fundamenta...>
- Celi-Frugoni, A. (2014). El rol docente en la universidad: su participación en la promoción de la investigación académica. *Revista de derecho*, 13(26), 73-81.
<http://revistaderecho.um.edu.uy/wp-content/uploads/2015/04/Celi-El-rol-docente-en-la-universidad.pdf>
- Chacón-Moscoso, S., Anguera, M. T., Sanduvete, S., Losada, J., Lozano, J. A., & Portell, M. (2019). Methodological quality checklist for studies based on observational methodology. *Psicothema*, 31(04), 458-464.
<https://doi.org/10.7334/psicothema2019.116>

- Chaves-Montero A. (2018). La utilización de una metodología mixta en investigación social. En K. Delgado. W. Gadea y S. Vera. (Eds.), *Rompiendo Barreras en la Investigación* (pp. 164-184). Universidad Técnica de Machala.
- Delgado-Cotrino, L. (2016). Universidad e Investigación. *Estomatol Herediana*, 26(03), 61-62.
<https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/issue/view/294>
- El nuevo siglo. (2013, 06 de noviembre). *Lanzamiento Sennova*.
<https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/11-2013-lanzamiento-sennova>
- European Commission [EC]. (2020). *Supporting the transformative impact of research infrastructures on european research. Report of the high-level expert group to assess the progress of esfri and other world class research infrastructures towards implementation and long-term sustainability*.
http://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/documents/ec_rtd_transformative-impact-ris-on-euro-research.pdf
- Garcés, J. y Duque, E. (2007). Metodología para el análisis y la revisión crítica de artículos de investigación. *Innovar*, 17(29), 184-194.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512007000100011
- Gutiérrez, F. y Salcedo, S. (2017). Investigación e innovación. *Nueva revista* 01(163), 126-142.
https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/8500/126-142_investigacion_e_innovacion_163.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez-Novoa, Y. (2020). Las orquídeas y su acción parasitaria, un nuevo cambio en su apreciación tradicional. *Revista Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño*, 06(01), 28-30.
<https://doi.org/10.23850/22565035.2919>

- Hernández, F., Mayer, E. y Charles, J. (2021). Innovación y su efecto en el crecimiento económico. El caso mexicano. *Gestión, Innovación y Calidad*, 01(01), 185-205.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7905606>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6.ª Ed). McGraw-Hill.
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hernández-Pina, F. (2002). Docencia e investigación en educación superior. *Revista de investigación educativa*, 20(02), 271-302.
<https://revistas.um.es/rie/article/view/98921>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
<https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=5A2QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Metodolog%C3%ADa+de+la+Investigaci%C3%B3n:+las+rutas+cuantitativa,+cualitativa+y+mixta.&ots=TjWi-SViH3&sig=weJ2RzDtdOL2M9fDlp9Vg5IREs#v=onepage&q=Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%3A%20las%20rutas%20cuantitativa%2C%20cualitativa%20y%20mixta.&f=false>
- Henriques-Gil, N. (2007). Investigación básica versus investigación aplicada. *Revista del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid*, (13), 28-30.
- Hippel, E. (1988). *The sources of innovation*. Oxford University Press.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2877276
- Humanes, V. (2021). Una apuesta por la innovación. *Desarrollo rural y sostenible*, 01(46), 22-23. ISSN 2254-0857.
<https://redruralnacional.es/revista/2021primavera/pdf/perfiles.pdf>

- Kerlinger, F. y Howard, L. (1988). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill.
- Lupión, T. y Blanco, A. (2021). Ayudando al profesorado a utilizar la indagación y el enfoque STEAM en el aula de ciencias. En (Ed.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía: transferencia al aula* (pp. 381-394). GRAÓ.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MINCIENCIAS]. (2021). *¿Qué es el fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación-FCTel del Sistema General de Regalías-SGR?*.
https://minciencias.gov.co/ocad_fctei/fondo-fctei-sgr/que-es
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2019). *Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación – SNCTEI 2018*.
<https://minciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/conocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-0>
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior [SNIES]*.
<http://www.mineduacion.gov.co/sistemasinfo/Informacion-a-la-mano/212400:Estadisticas#>
- Ministry of Trade and Industry [MTI]. (2020). *Research Innovation Enterprise 2020 plan. Winning the future through science and technology*.
<https://www.mti.gov.sg/-/media/MTI/Resources/Publications/Research-Innovation-and-Enterprise-RIE-2020/RIE2020.pdf>
- National Science Foundation [NSF]. (2012). *Research & development, innovation, and the science and engineering workforce*.
<https://nsf.gov/nsb/publications/2012/nsb1203.pdf>
- Ordóñez, F. y Oltra, E. (2012). ¿Qué es investigar?. *Pediatría Integral*, 16(01), 01-16.
<http://pediatriaintegral.es/numeros-anteriores/publicacion-2012-01/que-es-investigar/>

- Palacios-Osma, J. & Abuchar-Porras, A. (2020). Open innovation factors for higher education institutions. *Aibi*, 08(01), 225-233.
<https://doi.org/10.15649/2346030X.2455>
- Pardo-Arquero, V. (2021). Fomentando investigaciones creativas. *Revista digital de educación y formación del profesorado*, 01(18), 252-266.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7875548>
- Pilat, D. y Galindo-Rueda, F. (2016). De la investigación a la innovación. *ICE, revista de economía*, 01(888), 11-32.
<http://www.revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1831>
- Preciado, M., Anguera, M. T., Olarte, M. & Lapresa, D. (2019). Observational studies in male elite football: A systematic mixed study review. *Frontiers in Psychology*, 10(01), 01-28.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02077>
- Puebla-Espinosa, A. (2014, 03 de mayo). Importancia de la investigación educativa [ponencia]. *I Congreso Internacional de Transformación Educativa*.
<https://es.scribd.com/document/367344178/Ensayo-II-Importancia-de-La-Investigacion-Educativa>
- Quiñonez-Mosquera, A. y Vega-Barbosa, J. (2021). El emprendimiento resultado de investigación: una tarea pendiente en Colombia. *Encuentros*, 19(01), 63-78.
<http://ojs.uac.edu.co/index.php/encuentros/article/view/1685/2391>
- Ramírez, A. (2021). Políticas públicas, innovación y desarrollo territorial en Sonora, México. *ORBIS*, 16(48), 5-19.
<http://www.revistaorbis.org/pdf/53/art1.pdf>
- Rodríguez-Matías, J., Tuesca, R., Rueda, R. y Touriz, M. A. (2018). La Investigación Científica en la Educación Superior. *Recimundo*, 02(03), 451-464.
<https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/303>

- Thomson, M. & Walport, M. (2020). *The UK's research and innovation infrastructure: opportunities to grow our capability*. UK Research and Innovation.
<http://www.ukri.org/wp-content/uploads/2020/10/UKRI-201020-UKInfrastructure-opportunities-to-grow-our-capacity-FINAL.pdf>
- Saby, J. (2012). El rol del docente-investigador en el marco de la Investigación formativa. *PAPELES*, 04(08), 23-30.
<https://revistas.uan.edu.co/index.php/papeles/article/view/298>
- Sáiz-Manzanares, M.C & Escolar-Llamazares, M.C. (2021). Efectividad de los métodos mixtos en investigación contextual en salud y educación. *New Trends in Qualitative Research*, 05(01), 28-40.
<https://doi.org/10.36367/ntqr.5.2021.28-40>
- Salgado- Lévano, A. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *LIBERABIT*, 13(13), 71-78.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68601309>
- Vargas- Cordero, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia Científica. *Educación*, 33(01), 155-165.
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Gestión de la inocuidad en ambientes de transformación de alimentos en el SENA Regional Córdoba a través del diseño e implementación de procedimientos de limpieza y desinfección

Liliana Esther Sotelo Coronado

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Semillero de Investigación en Calidad Ambiental SICAM, Instructora Investigadora del Centro de Comercio Industria y Turismo, correo: lsotelo@sena.edu.co

Marcela Inés Villalba Cadavid

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Semillero de Investigación INNOVAT, Instructora Investigadora del Centro de Comercio Industria y Turismo, correo: mvillalbac@sena.edu.co

Luis Samir Mejía Castellanos

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Aprendiz Tecnólogo Gestión Administrativa, Centro de Comercio industria y turismo, correo: lmejia6@sena.edu.co

Resumen

Garantizar la inocuidad es una tarea esencial de las empresas de la industria alimentaria. En el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) es necesario implementar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para cumplir con los estándares de calidad. El objetivo general fue gestionar la inocuidad en ambientes de transformación de alimentos a través del diseño e implementación de un procedimiento de limpieza y desinfección, ajustado a las necesidades de los ambientes de transformación de alimentos del Centro de Comercio Industria y Turismo (CCIT). La metodología implementada es descriptiva y documental, el instrumento de validación fue un rastreo microbiológico realizado a superficies vivas e inertes, los resultados de la investigación permitieron el

diseño e inertes, los resultados de la investigación permitieron el diseño e implementación de un programa de limpieza y desinfección acompañado de Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) y capacitaciones a aprendices e instructores.

Palabras clave: Higiene, manipulación, resolución 2674 de 2013, Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), microbiología.

Introducción

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS) son un problema que preocupa a la salud pública, tanto en los países desarrollados como aquellos en desarrollo, es difícil calcular los efectos causados pero se estima que anualmente 1,8 millones de personas mueren a causa de enfermedades diarreicas; una gran proporción de estos casos se puede atribuir a la contaminación de alimentos y fuentes de agua (Instituto Nacional de Salud [INS], 2019). La contaminación es causada principalmente por alimentos que no se encuentran inocuos, que puede ocurrir en cualquier eslabón de la cadena del alimento. El aseguramiento de la inocuidad de los alimentos es dado por la implementación de programas sobre las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que disminuyen riesgos en los procesos de producción (Llanos Jave, 2018).

Según Pineda Tavera, (2021) la calidad de un alimento esta mediado por los procesos de higienización en la plantas de transformación, los cuales deben realizarse mediante procedimientos operativos estandarizados de saneamiento a instalaciones, maquinarias y utensilios; así como un seguimiento de la higiene, dotación y salud del personal. Estos procesos se deben verificar a través de pruebas de laboratorio mediante hisopados y estudios microbiológico a implementos que intervienen en la cadena de producción y del producto final destinado para el consumo humano, para finalmente cumplir con los lineamientos de la autoridad competente y de esta forma garantizar alimentos inocuos a los consumidores.

El presente artículo describe el diseño y validación de un programa de limpieza y desinfección, acompañado de procedimientos operativos estandarizados de saneamiento ajustados a las necesidades de los ambientes de transformación de alimentos del Centro de Comercio, Industria y Turismo (CCIT), Sena Regional Córdoba; el cual estuvo verificado a través de evaluación microbiológica. El procedimiento de limpieza y desinfección promovió una mayor conciencia en los aprendices e instructores sobre la importancia de la implementación de dichos procedimientos y su efecto en la inocuidad de los alimentos.

Metodología

La investigación fue de tipo documental, debido a que no existía documentación de los procesos de limpieza y desinfección que cumpliera con lo establecido en la norma sanitaria establecida en la resolución 2674 del año 2013 del Ministerio De Salud y Protección Social [Minsalud], en los ambientes de transformación de alimentos del CCIT – SENA Regional Córdoba. De igual forma, fue descriptiva, ya que permitió establecer un concepto sanitario y conocer el comportamiento de los aprendices e instructores con respecto a la implementación de las buenas prácticas de manufactura y documental. Todo esto teniendo en cuenta que a partir de los resultados se consolida un procedimiento de buenas prácticas de manufactura aplicado a los ambientes de transformación de alimentos del CCIT Regional Córdoba, el cual incluye POES y capacitación a instructores y aprendices.

Diseño de Programa de Limpieza, Desinfección y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES)

Se diseñó e implementó un programa de limpieza y desinfección según lo dispuesto en la Resolución 2674 del año 2013 del Minsalud, incluyendo la elaboración de diez (10) POES de equipos y utensilios, los cuales detallan las áreas a limpiar, la frecuencia y los métodos de limpieza y rotación de sustancias utilizadas.

El diseño de la documentación del programa de limpieza y desinfección partió del diagnóstico realizado por Sotelo et al., (2021) sobre las condiciones sanitarias y evalúa el grado de adherencia a la norma sanitaria establecida en Colombia, la cual está dada por la resolución 2674 del año

2013 del Minsalud. Para ello se utilizó el acta de inspección sanitaria con enfoque de riesgos para establecimientos establecida por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA (s.f.), la cual contempla: **Diseño y características de las instalaciones:** Localización y diseño, distribución y flujo de materiales y personal, mantenimiento de instalaciones, capacidad y dotación de las instalaciones sanitarias, drenajes (canaletas, rejillas y sifones); **Condiciones saneamiento:** Suministro y calidad de agua potable, manejo integral de residuos, control integral de plagas, limpieza y desinfección de áreas, equipos y utensilios, soportes documentales de saneamiento; **Personal manipulador de alimentos:** Capacitación en manipulación higiénica de alimentos, prácticas higiénicas y dotación del personal, estado de salud del personal manipulador de alimentos; **Equipos y utensilios:** Equipos y utensilios para los procesos de elaboración de alimentos, mantenimiento de utensilios y equipos; **Operaciones clave en el proceso:** Control de materia prima, prevención de la contaminación cruzada, control de temperatura y tiempo durante la preparación de acuerdo con la naturaleza de los alimentos, material para servido.

Evaluación de la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección y análisis al manipulador de alimentos

Se realizaron análisis de microbiológicos que permitieran validar la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección a coliformes totales y fecales en una muestra de veinte (20) superficies vivas (SV): manos de aprendices e instructores de los ambientes de transformación de alimentos. Las Superficies Inertes (SI) evaluadas fueron doce (12): cucharas, cuchillos, platos, coladores y elementos de servido; doce (12) equipos: hornos, estufas, neveras, licuadoras y batidoras; y cuatro (4) superficies (mesas de trabajo). El microorganismo *Staphylococcus aureus* se evaluó en fosas nasales y faringe a una muestra de veinte (20) manipuladores de alimentos entre aprendices e instructores que realizan prácticas académicas y actividades productivas propias de los ambientes. Las condiciones microbiológicas en el estudio fueron evaluadas por Sotelo et al. (2021) a través del método del hisopo, e incubadas a 37 ° C durante 24 a 48 h; los Coliformes totales y Coliformes fecales se evaluaron antes después de implementados los procesos de higienización, con el objetivo de mirar la eficiencia del protocolo de limpieza y desinfección diseñado en el plan de saneamiento. La enumeración de las colonias se realizaron a través de

un contador de colonias. El medio de cultivo utilizado para determinación de *Staphylococcus aureus* fue Salado de Manitol. Se utilizó caldo Peptona (Merck®) con Agar Plate Count y Millipore /ecoli and coliform para el análisis de Coliformes totales y Coliformes fecales respectivamente.

Resultados y discusión

Diseño de Programa de Limpieza y Desinfección y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento POES

El programa de limpieza y desinfección se diseñó teniendo en cuenta los procesos, materias primas y productos alimenticios que se desarrollan en los ambientes. Para ello se contactó al proveedor certificado de limpieza (Tecnas) que suministró fichas técnicas de productos para empresas de alimentos a base de sales de amonio cuaternario, hipoclorito de sodio y ácidos, las cuales expresan las concentraciones a utilizar teniendo en cuenta las necesidades de limpieza y desinfección (superficies, utensilios, materias primas). Las recomendaciones de productos y concentraciones fueron contrastadas con información secundaria de autores como: Hidalgo y Remache (2020) que menciona los desinfectantes a base de sales de amonio cuaternario poseen un principio activo de amplio espectro formulado específicamente para la desinfección de superficies de contacto directo con alimentos en instalaciones lácteas, cárnicas y en general; según ensayos realizados por dichos autores el desinfectante a base de sales de amonio cuaternario a concentración de 300 ppm tiene un buen efecto bactericida sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 6559. Así mismo Alba y Araujo (2008) (como se citó en Hidalgo y Remache, 2020) mencionan que el mecanismo de acción de este principio activo ocasiona una ruptura en las membranas celulares, además tiene acción sobre la permeabilidad general de la membrana, ocasionando de esta forma la eliminación de dicho microorganismo. Por otra parte, el Hipoclorito de sodio al 10 % diluido a una concentración de 200 ppm presenta una inhibición 93,06 % sobre el *Staphylococcus aureus* (Acción sobre la pared celular), el mecanismo de acción del desinfectante proviene de sus propiedades oxidantes debido a la presencia del ion ClO^- , que ataca la membrana citoplasmática (Hidalgo y Remache, 2020). Los productos de limpieza y desinfección y las concentraciones establecidas están descritas en la Tabla 1. Las frecuencias

de limpieza y elementos requeridos se determinaron teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas por los instructores de los programas de formación implicados.

Se diseñaron diez (10) grupos de POES o procedimientos operativos estandarizados de saneamiento para las siguientes especificaciones: infraestructura del ambiente, equipos de refrigeración, cocina caliente, superficies de apoyo y lavamos, lavaplatos en acero inoxidable, utensilios en metal y/o acero inoxidable, utensilios en vidrio y porcelana, utensilios en plástico, equipos de panadería, hornos y campanas de techo utilizados en los ambientes de transformación de alimentos del CCIT Sena Regional Córdoba. En la Tabla 2 se describe un modelo de POES diseñado para equipos de refrigeración, en la Tabla 3 una propuesta de rotación de sustancias de limpieza y desinfección, en la tabla 4 un formato de inspección de limpieza a manipuladores y en la tabla 5 el formato de control limpieza y desinfección; los documentos diseñados fueron validados por los instructores líderes de programas de formación implicados en la investigación. Se diseñó una documentación que contiene programas de limpieza y desinfección, control de plagas, abastecimiento de agua potable y manejo de residuos sólidos aplicados a los ambientes de formación. Complementario al plan de saneamiento se realizó capacitación teórico-práctica en manipulación de alimentos al personal presente en los ambientes analizados (personal de servicios generales, instructores y aprendices), tal como se evidencia en la Figura 1.

Los resultados obtenidos evidencian la importancia de la implementación de los planes de saneamiento, los cuales ayudan a minimizar los riesgos inherentes en los procesos de transformación de alimentos, resultados que coinciden con los expresados por Guerra Joseph (2021) que manifiestan que “después de la implementación de los BPM y POES se volvió a realizar la aplicación de la evaluación microbiológica, lo que evidencio una mejora en los procesos y concepto sanitario”. Otro factor muy importante en el éxito la reducción de microorganismos es la implementación de prácticas adecuadas, que están relacionadas con los conocimientos que adquiere el personal luego de recibir capacitaciones.

Tabla 1

Sustancias usadas en procesos de limpieza y desinfección del CCIT

Sustancia	Concentración	Cantidad de sustancia	Completar con agua hasta	Tiempo de acción	Superficie	Operación	Enjuague	
							Sí	No
Hipoclorito (10 % concentración)	50 ppm - 80ppm	0,5 ml - 0,8 ml	1 L	10 min	Manos	Inmersión	X	
	100 ppm - 120 ppm	1 ml - 1,2 ml	1 L	10 min	Frutas y verduras	Inmersión	X	
	200 ppm - 220 ppm	2 ml - 2,2 ml	1 L	10 min	Ambientes	Aspersión		X
	300 ppm - 320 ppm	3 ml - 3,2 ml	1 L	10 min	Para superficies en contacto con los alimentos, equipos y ambientes.	Inundación	X	
	500 ppm - 520 ppm	5 ml - 5,2 ml	1 L	10 min	Superficies (Dosificación de choque)	Inundación	X	
	1000 ppm - 1100 ppm	10 ml - 11 ml	1 L	10 min	Pozuelos	Inundación	NA	
Penta Quat (10 % concentración)	200 ppm - 220 ppm	2 ml - 2,2 ml	1 L	10 min	Superficies en contacto con el alimento	Aspersión / Inundación		X
	400 ppm - 420 ppm	4 ml - 4,2 ml	1 L	10 min	Superficies con alto grado de contaminación	Aspersión / Inundación	X	
Citrosan (20 % concentración)	300 ppm - 320 ppm	1,5 ml - 1,6 ml	1 L	15 min	Instalaciones, equipos, ambientes, superficies en contacto con el alimento	Aspersión / Inundación		X
	300 ppm - 320 ppm	1,5 ml - 1,6 ml	1 L	15 min	Frutas y verduras	Inmersión	X	
	1000 ppm - 1100 ppm	5 ml - 5,5 ml	1 L	15 min	Instalaciones, equipos, ambientes, superficies en contacto con el alimento (Dosificación de choque)	Aspersión / Inundación	X	

Tabla 2

POES para equipos de refrigeración

ÁREA	LUGAR/ EQUIPO	Actividad	Recursos /EPP	Condiciones especiales		
				Procedimiento	Tiempo	Frecuencia
AMBIENTE DE PANADERÍA	EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN NEVECÓN, NEVERA, CONGELADOR, VITRINA	Previo	Delantal industrial, guantes, gorro, mascarilla desechable, botas.	Disponga y utilice adecuadamente de sus EPP, prepare la solución de jabón y prepare la solución desinfectante correspondiente. Desconectar y sacar los alimentos y almacenar en un lugar refrigerado. Sacar los soportes y parrillas.	2 horas.	Cada 8 días.
		Limpieza	Solución jabonosa, baldes, trapo.	Sumergir la esponjilla en la solución jabonosa, restregar en la parte superior e inferior del congelador. Limpiar la parte interna, rejillas y parrilla, limpiar el ventilador con la solución jabonosa esparciéndola por el interior y exterior con un trapo.		
		Enjuague	Agua, panola.	Con una panola humedecida con agua limpiar restos de suciedad y jabón, teniendo especial cuidado con el motor y parte trasera de los equipos.		
		Desinfección y enjuague	Solución desinfectante, agua, baldes, panolas.	Humedecer una panola limpia en el balde que tenga la solución y pasar en el interior y exterior del equipo, dejar por 10 minutos. Enjuagar con panola húmeda.		

Tabla 3

Rotación de sustancias de limpieza y desinfección

SEMANA	DESINFECTANTE EN USO	DESINFECTANTE DE CHOQUE
1	Hipoclorito de sodio	
2	Hipoclorito de sodio	
3	Hipoclorito de sodio	
4		Amonio cuaternario
5	Hipoclorito de sodio	
6	Hipoclorito de sodio	
7	Hipoclorito de sodio	
8		Amonio cuaternario

Nota. Se realiza la rotación de las sustancias siguiendo el mismo patrón de secuencia hasta la semana 52 del año, para evitar resistencia bacteriana.

Tabla 4

Formato de inspección de limpieza a manipuladores

		Presentación personal							Hábitos puesto de trabajo		
Nombre del manipulador	Fecha	Cabello	Pabellón auricular	Boca (Dentadura)	Ojos	Cuello	Afeitada	Uñas y manos	Herramientas de trabajo	Uniforme limpio (SI / NO)	Observaciones

Elaboró: Ing. Liliana Sotelo Coronado

Revisó:

Nota. Formato diseñado para realizar seguimiento de las buenas prácticas de manufactura a aprendices e instructores que realizan actividades de transformación de alimentos dentro de los ambientes.

Figura 1

Transferencia de resultados de investigación y capacitación implementación de programas de limpieza y desinfección y POES diseñados.



(a)



(b)



(c)



(d)

Nota. (a) explicación de sustancias utilizadas, fichas técnicas, elementos de medición, forma de preparación, (b) capacitación práctica de procedimiento de lavado de manos, (c) aplicación de procedimiento operativo estandarizado de sanemiento o POES, (d) preparación de sustancias de limoieza y deinfección.

Evaluación de la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección y análisis al manipulador de alimentos

La evaluación de la eficiencia del proceso de limpieza y desinfección diseñada fue realizada por Sotelo et al. (2021). Esta reportó un crecimiento de coliformes totales de 100 UFC/manos antes de la limpieza y desinfección y 24 UFC/manos después de la limpieza y desinfección, lo que evidencia reducción del 76 % de la carga microbiológica con el procedimiento de higienización. La evaluación de coliformes fecales se tuvo un resultado de 0 UFC/manos. En general se observa que el lavado de manos solo reduce la carga microbiana, pero no elimina en su totalidad la microbiota; estos resultados son comparables con los expuestos por Gonzalez et al. (2019) que evidenciaron que algunos productos comerciales para desinfección de manos, como genes, no logran eliminar en su totalidad a los microorganismos. Los procedimientos de lavado de manos son importantes para reducir el número de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS).

La evaluación de *Staphylococcus aureus* al manipulador de alimentos fue evaluada por Sotelo et al. (2021) por medio de la técnica de hisopo, reportándose un recuento de 17 UFC para a las fosas nasales y >100

UFC para la faringe. Según el Comité de Control de Enfermedades Transmitidas por alimentos de la Association for Food Protection, el *Staphylococcus aureus* se encuentra entre los catorce patógenos causantes de ETAS más implicado en salud pública a nivel mundial; la afirmación está sustentada en el estudio de 816 informes con 80682 casos de enfermedades transmitidas por alimentos evaluados en el periodo ocurrido entre 1972 hasta el primer trimestre de 2006 (Margas & Holah, 2014), por lo que la proliferación de *Staphylococcus aureus* en los alimentos es un peligro potencial para la seguridad alimentaria porque muchas cepas de este organismo producen una enterotoxina termoestable que causa intoxicación alimentaria. La presencia de *S. aureus* en alimentos que se han sometido a procesos que matan al patógeno es comúnmente indicativo de contaminación por parte de los manipuladores de alimentos (Mendonca et al., 2020), de allí radica la importancia de la implementación de las BPM por parte de los manipuladores de alimentos, sobre todo con el uso del tapabocas que debe cubrir boca y nariz.

En los análisis microbiológicos realizados por Sotelo et al. (2021), en el medio de cultivo salado de manitol, el 90 % del crecimiento de colonias obtenido en fosas nasales fue de color amarillo intenso, y para el caso de la faringe el 70 % de las colonias crecieron de color rosado. Según la investigación de Jiménez Bellot, (2016), los aspectos de la colonia *Staphylococcus coagulasa* positivo son amarillas brillantes y las colonias rodeadas de una zona rojo purpura son *coagulasa* negativa en el medio de cultivo salado de manitol, afirmación que coincide con la expresada por Bowen et al. (como se citó en Zevallos Cuarite, 2018) “los estafilococos patógenos fermentan el manitol y producen colonias amarillas. Los estafilococos no patógenos no lo fermentan y producen colonias de color rosa”.

Según A. Bukhari et al., (2021) la contaminación microbiológica presente en superficies y los utensilios donde se procesan alimentos aumenta el riesgo de las ETAS por contaminación cruzada. Por lo tanto, la inocuidad de los alimentos puede evaluarse mediante la evaluación de la calidad microbiológica de las superficies en los establecimientos de transformación de alimentos. Según Da Silva et al., (2019), citado por Caro-Hernández & Tobar, (2020) “las presencias de poblaciones muy altas de microorganismos indican contaminación ambiental, las cuales

están asociadas a inadecuadas prácticas de higiene que pueden aumentar el riesgo de transmitir enfermedades y a su vez representan un peligro potencial para la salud, especialmente en personas inmunosuprimidas, niños y adultos mayores”. Este tema es de mucha importancia debido a que un alto porcentaje de las ETAS que se presentan en Colombia están relacionados con microorganismos que pueden estar presentes por una mala aplicación de las buenas prácticas de manufactura.

Fernández et al., (2018), afirman que según la OMS, al año, aproximadamente dos (2) millones de personas mueren debido a alguna de las más de 200 enfermedades que pueden transmitir por los alimentos, que ocasionan desde diarrea hasta cáncer, representando el 25% de todas las patologías existentes. El Instituto Nacional de Salud (INS), (2020), reporta que el 35,16 % de los brotes relacionados con alimentos se deben a los siguientes agentes etiológicos, *Escherichia coli*, Coliformes fecales, *Salmonella* spp, y *Staphylococcus aureus*, es por ello la importancia del análisis y estudio de los factores que puedan incidir la transmisión de dichos microorganismos a los alimentos, como es el caso de las superficies y utensilios en contacto con los mismos.

La evaluación microbiológica realizada por Sotelo et al., (2021) a superficies vivas (manos) del ambiente de mesa y bar mostró un crecimiento de 68 UFC previo al proceso de higienización, y 5 UFC después, logrando una reducción del 93 %; y para el caso del ambiente de cocina panificación hubo un recuento inicial de 99 UFC y 8 UFC después de implementados los procesos de limpieza y desinfección, logrando una eficiencia del 91 % de la eliminación de microorganismos presentes, los análisis fueron evaluados en medio de cultivo Agar Plate Count. Las manos pueden albergar miles de microorganismos, convirtiéndose en un vehículo de contaminación cruzada para los alimentos con los que entren en contacto. Caro-Hernández & Tobar, (2020) establecen que “En Colombia no existe un límite estándar definido para este tipo recuentos, pero en algunos países como Perú se tienen normas como la Resolución Ministerial N° 461-2007/MINSA que establece un límite máximo de coliformes totales de <100 UFC/manos”, la cual nos daría un valor de aceptabilidad en comparación con los resultados obtenidos.

Conclusiones

La evaluación microbiológica muestra la importancia de implementar programas de higienización diseñados a la medida de las necesidades de los establecimientos de transformación de alimentos, los cuales tienen un efecto en la reducción de la carga microbiológica presente en superficies vivas (manipuladores de alimentos) y superficies inertes (equipos, utensilios, mesas de trabajo). Para el caso del ambiente de mesa y bar evidencio una reducción del 93 % y en cocina panificación del 91 % de la carga bacteriana total.

La implementación de programas de limpieza y desinfección a la medida de establecimientos de transformación de alimentos son necesarios, ya que estos nos ayudan a reducir riesgos de contaminación cruzada y de este modo contribuir en la disminución del caso de ETAS o enfermedades transmitidas por alimentos, las cuales son un grave problema de salud pública que afecta a un alto porcentaje de la población.

Con el desarrollo de la investigación se promovió una mayor conciencia en los aprendices e instructores sobre la importancia de la calidad e inocuidad de los alimentos, tal y como se debe cumplir en entornos reales de trabajo. Los resultados obtenidos en el proyecto son insumo en la competencia de manipular alimentos en los técnicos de cocina, panificación, mesa y bar del CCIT Sena Regional Córdoba.

Referencias

- Bukhari, M., M. Banasser, T., El-Bali, M., Bulkhi, R., Qamash, R., Trenganno, A., Khayyat, M., Kurdi, M., Majrashi, A., & Bahewareth, F. (2021). Assessment of microbiological quality of food preparation process in some restaurants of Makkah city. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5993–5997.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.050>
- Caro-Hernández, P. y Tobar, J. (2020). Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos. *Entramado*, 16(1), 240–249.
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/6126>
- Da Silva, N., Taniwaki, M., Junqueira, V., Silveira, N., Okazaki, M. & Romeiro, R. (Ed.). (2019). *Microbiological Examination Methods of Food and Water: A Laboratory Manual, 2nd Edition*. Routledge & CRC Press.
<http://www.routledge.com/Microbiological-Examination-Methods-of-Food-and-Water-A-Laboratory-Manual/Silva-Taniwaki-Junqueira-Silveira-Okazaki-Gomes/p/book/9781138057111>
- Fernández, N., Bejarano, S., Estigarribia, G., Ortiz, A. y Ríos, P. (2018). Condiciones higiénico-sanitarias basadas en las cinco claves de la OMS de los servicios de alimentación de hospitales del departamento de Caaguazú, Paraguay. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 16(2), Article 2.
<http://archivo.bc.una.py/index.php/RIIC/article/view/1361>
- González-Montiel, L., Franco-Fernández, M., Sánchez-Hernández, C. y Campos-Pastelín, J. (2019). Calidad microbiológica del jabón líquido de dispensadores recargables y evaluación de su eficiencia en el lavado de manos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 4 (1), 986–994.
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/10/141.pdf>
- Guerra Joseph, K. E. (2021). *Elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento para la aplicación en un restaurante* [Tesis de

pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Martín.
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4133>

Hidalgo, A. y Remache, J. M. (2020). *Evaluación de desinfectantes para la inhibición de microorganismos Pseudomonas spp, Salmonella spp y Staphylococcus aureus* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador] Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22043>

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2019). *Enfermedades transmitidas por alimentos, Colombia, 2019*.
https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ENFERMEDADES%20TRANSMITIDAS%20POR%20ALIMENTOS_2019.pdf

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos [INVIMA]. (s.f). *Acta de inspección sanitaria con enfoque de riesgo para establecimientos de preparación de alimentos*.
<https://historico.santander.gov.co/intra/index.php/antico/viewdownload/530-formatos/10085-acta-de-inspeccion-sanitaria-con-enfoque-de-riesgo-para-establecimientos-de-preparacion-de-alimentos>

Jiménez Bellot, J. (2016). *Determinación de la flora bacteriana de la vagina y útero, y la relación con la fertilidad en camélidos sudamericanos domésticos (Lama glama) del “Centro Experimental Agropecuario Condoriri”* [Tesis de maestría, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional Universidad Mayor de San Andrés.
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/13285>

Llanos Jave, K. (2018). *Propuesta de implementación de buenas prácticas de manufactura BPM y los procedimientos operacionales estandarizados de saneamiento POES en la planta de lácteos del I.S.T. fe y alegría n°57 – CEFOP Cajamarca I para contribuir en la inocuidad del producto* [Tesis de pregrado, Universidad Privada

del Norte] Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13679>

Margas, E. & Holah, J. (2014). 12—Personal hygiene in the food industry. *Hygiene in Food Processing* 2 408–440.
<https://doi.org/10.1533/9780857098634.3.408>

Mendonca, A., Thomas-Popo, E. & Gordon, A. (2020). Chapter 5—Microbiological considerations in food safety and quality systems implementation. *Food Safety and Quality Systems in Developing Countries* 3 185–260.
<http://doi.org/10.1016/B978-0-12-814272-1.00005-X>

Ministerio De Salud y Protección Social República de Colombia. (Julio, 22, 2013). Resolución 2674 de 2013. *Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones.*
<http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucionminsaludps26742013.html>

Pineda Tavera, C. (2021). *Evaluación de BPM - POES por análisis retrospectivo de pruebas microbiológicas en una planta de beneficio de aves en Bogotá (2017 – 2020)* [Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño] Repositorio Institucional Universidad Antonio Nariño UAN.
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/3235>

Sotelo, L., Villalba, M. y Mejía, L. (2021). Diseño, elaboración e implementación de un procedimiento de buenas prácticas de manufactura en el Sena regional Córdoba. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 6 207–212.
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume6/6/11/29.pdf>

Zevallos Cuarite, L. (2018). *Análisis microbiológico de sándwiches de hamburguesa de pollo preparados en kioscos que expenden alimentos en la Universidad Nacional de San Agustín durante los meses setiembre - diciembre, Arequipa-2018.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7679>

Diseño de ambientes de aprendizaje híbridos como estrategia de fortalecimiento de competencias STEAM y capacidades para la cuarta revolución industrial (4RI)

María Camila Guerrero Pérez

Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Semillero ADALOVELACE, Ingeniera Biomédica, correo: mariaguerrero252966@correo.itm.edu.co

Luis Felipe Ortiz-Clavijo

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Dinamizador SENNOVA, Centro Textil y de Gestión Industrial, correo: lfortizc@sena.edu.co

Sonia Jaquelliny Moreno Jiménez

Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Grupo de Investigación GNOMON, Ingeniera de producción, correo: soniamoreno@itm.edu.co

Resumen

El uso masificado de la tecnología y los medios digitales en la sociedad ha significado un avance sin precedentes, influyendo en la transformación social, educativa, económica y tecnológica de las naciones. En 2011, se acuña en Alemania el concepto de Industria 4.0 que comprende un conjunto amplio de tecnologías habilitadoras y de naturaleza disruptiva, un desafío sino se cuenta con personal idóneamente formado en competencias asociadas a la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEAM). Bajo este panorama, el presente trabajo tiene como objetivo presentar los elementos fundamentales para el diseño de un ambiente de aprendizaje híbrido. El trabajo se suscribe a una metodología de enfoque cualitativo y de tipo descriptivo. Entre los principales resultados se realiza la descripción de un grupo de tecnologías habilitadoras y se propone la incorporación de estas en un ambiente de aprendizaje híbrido, contribuyendo al fortalecimiento de los procesos de aprendizaje.

Palabras clave:

Educación, ambientes de aprendizaje, STEAM, industria 4.0.

Introducción

La formación en competencias para la cuarta revolución industrial constituye uno de los principales focos de interés de las instituciones de educación y de formación para el trabajo. Con ello se busca no solo responder a las necesidades crecientes de los sectores productivos, sino, además, al llamado realizado desde el Plan Nacional de Desarrollo (PND) vigente 2018-2022, el cual indica que:

Para aumentar la productividad, Colombia debe sofisticar y diversificar su aparato productivo. Así mismo, debe fortalecer la capacidad técnica de las empresas no solo para buscar y seleccionar tecnología, sino también para transferirla y absorberla, así como generar y adoptar innovación. Para ello, el conocimiento producido en las universidades, centros de investigación y de desarrollo tecnológico y las unidades de Investigación y Desarrollo (I+D) es de suma importancia. (DNP, 2019, p. 168).

En concordancia, es preciso generar escenarios que favorezcan la adquisición y fortalecimiento de competencias STEAM y capacidades para el uso activo de las tecnologías habilitadoras de la Cuarta Revolución Industrial (4RI), tales como: Big Data, Internet de las Cosas, Sistemas Ciberfísicos, Big Data, Computación en la Nube, Realidad Aumentada, Fabricación Aditiva, Ciberseguridad, Inteligencia Artificial, Simulación, Gemelos digitales, entre otros. Con el propósito, como es señalado por Rodríguez (2021), ayudar a las empresas a incrementar su productividad.

Bajo este panorama, este trabajo busca aproximarse al diseño de ambientes de aprendizaje teniendo en cuenta las bases de la educación bajo el enfoque STEAM y la 4RI. Para tal finalidad, se comienza esbozando el concepto de ambientes de aprendizaje, la Educación STEAM y la 4RI. Posteriormente se establecen los fundamentos para la implementación de un ambiente de aprendizaje

híbrido orientado a programas de formación tecnológica. Finalmente, se concluye el estudio exponiendo algunas discusiones a la luz de las necesidades del contexto productivo regional.

Ambientes de aprendizaje

Si abordamos el concepto de «ambiente», este se relaciona con la interacción del ser humano y el medio que lo rodea. El concepto se ha desarrollado a partir de diferentes áreas, tales como: biología, química, psicología, cultura y educación, este último situado en los llamados ambientes de aprendizaje, entendiendo que:

Un ambiente de aprendizaje es concebido como el espacio en el cual se dan las distintas interacciones entre los sujetos (estudiantes, docentes, directivos) y los componentes de un sistema educativo, por ello el ambiente de aprendizaje se considera como un espacio activo en el cual se involucran los seres humanos, las acciones pedagógicas de quienes intervienen en el proceso y un conjunto de factores biológicos, físicos y psicosociales que favorecen la interacción social en un espacio no necesariamente físico sino también virtual. (González et al., 2014, p. 2).

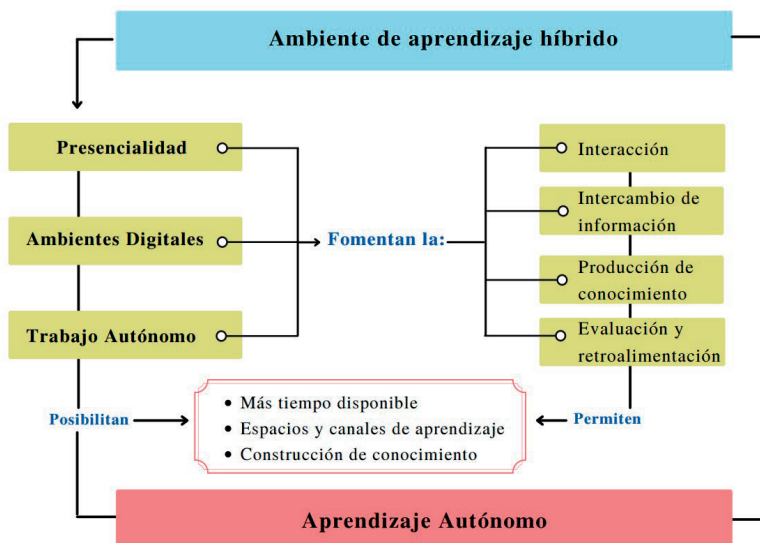
Ahora bien, dicha noción de aprendizaje tiene su origen en el interés de trascender la noción simplista de la ubicación geográfica (Espinoza y Rodríguez, 2017) comúnmente asociada al aula tradicional donde el educador expone y otorga conocimientos desde su experiencia y el educando escucha, recibe y procura entender (Correa, 2008).

Los ambientes de aprendizaje se dividen en dos grandes grupos. El primero se sitúa en la presencialidad, donde imperan las metodologías de corte tradicional y las clases magistrales, además, prevalecen las actividades grupales basadas en la presencialidad. El segundo, se sitúa en la virtualidad, como resultado de masificación del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la sociedad, su característica fundamental es la posibilidad de acceder a entornos de estudio remotamente, las clases asincrónicas y las estrategias de enfocadas a nivel individual, impera en este caso, la autonomía del estudiante.

Tal y como se observa en la Figura 1, podemos encontrar los ambientes de aprendizaje y su posible intersección, dando lugar al llamado ambiente híbrido.

Figura 1

Integración de escenarios de aprendizaje



Nota. Elaboración propia (2021)

El ambiente híbrido, se configura como ambiente apoyado por la virtualidad, pero que a su vez permite la integración de elementos propios de la presencialidad y conduciendo a la cooperación, el aprendizaje significativo, el aprovechamiento de recursos y el aprendizaje activo. En concordancia con Alvis-Puentes et al. (2019) al manifestar que los ambientes de aprendizaje permiten articular didácticamente el desarrollo de competencias, promoviendo una ciudadanía crítica frente a la realidad.

Hasta el momento hemos abordados los aspectos generales de los ambientes de aprendizaje y en particular del escenario híbrido, provisto de elementos que repercuten en las formas de partir la formación y transferir el conocimiento. A continuación, se traen a colación dos importantes bases conceptuales, a saber: el enfoque educativo STEAM y la 4RI.

Enfoque de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEAM)

El enfoque STEAM corresponde a un enfoque pedagógico que apunta a resolución de problemas, promoviendo la independencia de los estudiantes convirtiendo el hacer en el aula en una comunidad de aprendizaje colaborativo, tomado desde las ciencias y la ingeniería.

Revisiones recientes (Bedin y Del Pino, 2020; Bertoglia, 2021; Espinosa y Sneider 2018; Martín-Páez et al., 2019) ponen en evidencia la intervención de la formación basada en el enfoque STEAM. De igual forma, se agrupan concepciones variadas, en un colectivo reciente de investigadores que han abordado problematizaciones metodológicas, evaluativas, educativas y propiamente investigativas sobre definiciones y modelos para fortalecer y/o evaluar, tanto a los tipos de aprendizajes implicados desde estos enfoques, como a los modelos didácticos implicados. Otros estudios como el propuesto en Carmona-Mesa et al. (2020) analizan discusiones, reflexiones didácticas y potencial que puede favorecer la integración de la educación STEAM y recursos metodológicos que aportaron evidencias empíricas en la formación inicial de profesores para fomentar la integración de este enfoque en su ejercicio profesional.

En Colombia, desde el 2014 se reporta en la literatura investigaciones que integran una noción interdisciplinar, de la proyección humana y social en el que se conecta la escuela, la comunidad, la empresa y el Estado (Cano y Ángel, 2020). De ahí que, las experiencias de aula reportadas en las investigaciones ponen en evidencia el potencial de fortalecer las vocaciones científicas, y el aprendizaje colaborativo lo que implica la participación. En esta misma línea Bertoglia et al., (2021) refieren que «la experiencia del individuo es esencial donde reflexiona y a partir de esto construye sobre teorías y modelos» relacionándola con la metacognición, confirmando que el enfoque STEAM puede preparar a los estudiantes para enfrentar los problemas globales (Botero y Sneider, 2018). Por tanto, como lo señala Carmona-Mesa et al., (2020) el progreso del enfoque STEAM dependerá del impulso que le den los docentes e instructores en el marco de su ejercicio profesional, y para lograrlo, la industria debe revisar sus requerimientos y potencialidades para generar el mapa de ruta hacia una industria 4.0 estándar. (Rodríguez, 2021)

Cuarta Revolución Industrial (4RI)

La 4RI corresponde a una etapa industrial, que como concepto fue divulgado por Schwab (2017), fundador del Foro Económico Mundial (FEM) señalando que esta cuarta etapa está marcada por avances tecnológicos emergentes en una serie de campos, incluyendo robótica, inteligencia artificial, cadena de bloques, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, internet de las cosas, impresión 3D, vehículos autónomos, Big Data, entre otras.

Es evidente que el impacto producido no solamente se relaciona con ámbitos industriales, sino, además, con escenarios como el educativo, en donde surge la pregunta: ¿Cómo prepararnos para la responder a la demanda técnica de la 4RI? Es así como surgen estrategias que integran a nivel educativo las metodologías STEAM a fin de generar capacidades para la 4RI, autores como (Reyes y Pedroza, 2018; REDINE, 2020) mencionan que las tendencias tecnológicas actuales se centran en entornos inteligentes lo que implica una educación 4.0 como respuesta a la necesidad de preparar profesionales con habilidades para el 4IR la cual transforma la sociedad en la sociedad digital que permitan una preparación interdisciplinaria.

Por consiguiente, nos encontramos masivamente expuestos a la irrupción de las tecnologías en los diversos escenarios de la sociedad, de ahí que, según Piątkowski (2020) la revolución tecnológica ha generado en el que el sector formativo propenda el desarrollo de habilidades que impacten la productividad.

Es preciso referir, a manera de cierre, que una revolución industrial trae consigo cambios en los sistemas económicos, sociales y tecnológicos en las sociedades, que a su vez repercuten en los modelos educativos. En concordancia con Mkwanazi & Mbohwa (2018) al manifestar que la cuarta revolución industrial implica una transformación adicional en la manera cómo se percibe la Educación.

Metodología

Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura, ofreciendo una síntesis de la evidencia disponible, con la cual, como explica Manterola et al. (2013) se analizan los aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios. En este sentido, la revisión se suscribe a un estudio descriptivo (Hernández et al., 2010).

Se realizó una búsqueda en la literatura especializada, focalizada en bases de datos científicas. Como criterio de búsqueda, se incluyeron los siguientes descriptores: «Educación STEAM», «Industria 4.0 y capacidades», «Competencias STEAM», entre otros. Se anota que dichos descriptores fueron combinados con el propósito de ampliar el rango de resultados, el rastreo se ubica la ventana temporal de los años 2017 al 2021. Como criterios de exclusión-inclusión se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: artículos más citados, todos los artículos relacionados con las temáticas de interés.

Resultados y discusión

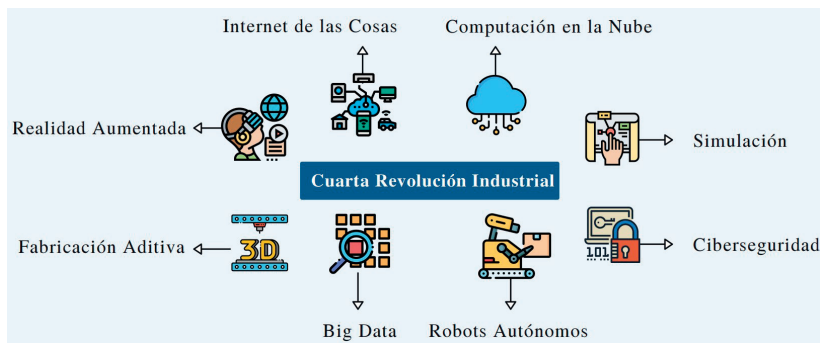
Capital humano y tecnologías habilitadoras demandadas en el marco de la 4RI

Los requerimientos y perfiles de trabajo han y continúan cambiando rápidamente, los mercados laborales son ampliamente diferentes a los de hace 10 años o incluso 5 años. Gobiernos, empresas e instituciones de formación y educación, se preocupan cada vez más en identificar y pronosticar las habilidades que son relevantes para satisfacer las demandas del sector productivo. En consecuencia, lo que se puede evidenciar es que los cambios disruptivos han tenido un impacto significativo en los requerimientos de habilidades en todas las familias laborales, y están creando un rango de oportunidades y desafíos en todas las industrias, no solo en las relacionadas estrechamente con el conocimiento duro, habilidades técnicas y tecnología. Para manejar estas tendencias exitosamente hay una necesidad potencial de re-capacitar y mejorar el personal de diversos antecedentes académicos en todas las industrias.

Ahora bien, en el aspecto formativo y educativo, podemos afirmar que las primeras revoluciones industriales se centraron en la construcción de sistemas de entrenamiento e instituciones del mercado laboral para desarrollar nuevas habilidades importantes a gran escala. Sin embargo, dado el ritmo de la 4RI esto no es una opción. Por ejemplo, las tendencias tecnológicas actuales como se muestran en la Figura 2, están produciendo una tasa de cambio sin precedentes en el contenido curricular básico de muchos campos académicos, donde los conocimientos adquiridos durante el primer año pueden resultar obsoletos al momento en que los estudiantes se gradúan.

Figura 2

Tecnologías habilitadoras de la 4RI



Nota. Elaboración propia (2021)

En la anterior figura se presentan las tecnologías habilitadoras, estas a su vez, presentan un horizonte de aplicación que incluye dos grandes escenarios:

a. Nuevas Interfaces hombre-maquina

Técnicas para la colaboración hombre-robot: Se espera que los robots avanzados y amigables con el ser humano sean omnipresentes en la industria 4.0 donde trabajaran con humanos sin vallas de seguridad.

Sistemas de realidad aumentada y uso de activos: las funciones pueden incluir habilidades para identificar tareas donde la eficiencia y

productividad podrían ser mejoradas por la implementación de sistemas de realidad aumentada, tales como dar asistencia remota con tareas básicas de mantenimiento o proveyendo instrucciones específicas de empaque para servicios pos-ventas.

Sistemas de asistencia de trabajadores multi-maquina: son importantes las habilidades para diseñar sistemas que permitan a un operador llevar a cabo muchas operaciones, incluida la manipulación del trabajo en curso y el control del rendimiento de maquinaria y el control de calidad del producto en varias máquinas. Inventar sistemas para utilizar la automatización para ayudarlos con las tareas manuales se convierte en primordial. (Sackey & Bester, 2016)

b. Transformación en procesos de ciclo cerrado y gestión de calidad

En la industria 4.0 hay una automatización significativa del conocimiento laboral centrado en el control de procesos avanzados y el control estadístico en procesos de ciclo cerrado (Sackey & Bester, 2016), los cuales son gestionados digitalmente.

Por su parte, el control de calidad ha sufrido una transformación, pues depende de los datos, lo que supone un nivel de control en tiempo real a fin de resolver no-conformidades rápidamente. Otra área en proceso de transformación corresponde a los sistemas de optimización logísticos, donde la tecnología ha sido el gran vehículo gestor de cambio, un ejemplo de ello son Sistemas de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) para identificar y monitorear partes y productos (lotes inteligentes) en la cadena de producción, hecho que particularmente ha sido reseñado por autores como Sackey & Bester (2016) al señalar acertadamente que jugaría un papel clave en el sistema de fabricación, y debe integrarse completamente en los planes de estudio. Finalmente, los Sistemas de optimización también se han situado en las actividades de gestión inventarios como un ejemplo de transferencia del mundo digital al físico.

Hacia un ambiente de aprendizaje híbrido

Un enfoque de aprendizaje híbrido busca que los estudiantes se conviertan en gestores de cambio y de adopción de tecnologías habilitadoras en el

sector productivo, mediante la ejecución de acciones soportadas por competencias STEAM y capacidades de la 4RI.

Es preciso mencionar que el aprendizaje híbrido no es un enfoque nuevo, pues ya viene implementándose desde el auge de las tecnologías digitales. Sin embargo, el escenario derivado de la pandemia por COVID-19 ha situado este enfoque como una alternativa de gran relevancia. Ahora bien, se consideran tres características que permiten determinar si un ambiente realmente es híbrido y en ese sentido, son las bases fundamentales para el desarrollo de un ambiente de esta tipología orientado al fortalecimiento de competencias STEAM y capacidades de la 4RI.

1. **Tiempo ¿cuándo?:** esta característica implica que el aprendizaje puede ser sincrónico, es decir en tiempo real y también puede ser asincrónico, secuencial o en diferentes momentos. Al ser híbrido, puede contener tanto elementos sincrónicos como asincrónicos.
2. **Espacio ¿dónde?:** en este caso se debe establecer si los encuentros se realizarán compartiendo la misma ubicación física o bien desde un lugar remoto, en donde las personas pueden tener ubicaciones distintas.
3. **Interacción ¿cómo?:** esta característica corresponde a una de las más relevantes pues se trata de establecer los mecanismos de comunicación y las maneras como esta puede darse, de un lado puede contemplarse la comunicación unidireccional, pero también la bidireccional y multidireccional; se trata de una noción importante que influye en la manera de aprender de los estudiantes en donde pueden tener una participación limitada, estructurada o controlada.

Existen varios factores a considerar para la implementación del aprendizaje híbrido, y general, al planificar y evaluar las diferentes formas de aprendizaje híbrido disponibles en la literatura especializada se encuentran los siguientes elementos:

- Uso eficaz del tiempo
- Habilidades básicas para el aprendizaje híbrido
- Nivel de apoyo que reciben los estudiantes
- Habilidades básicas para la enseñanza híbrida

- Adaptación del contenido
- Coherencia pedagógica
- Tecnología

Si consideramos los elementos anteriores, es evidente que existen condiciones imprescindibles para lograr una implementación adecuada de la metodología híbrida. Comenzando por la cantidad de tiempo que se invierte en el proceso de aprendizaje, toda vez que el tiempo invertido de manera presencial, no es el mismo en los ambientes híbridos.

Otro aspecto esencial, es que no todos los estudiantes tendrán las mismas habilidades, por lo cual los mecanismos, actividades y herramientas para el aprendizaje híbrido requerirán diferentes tipos de ayuda. De ahí que, sea fundamental que los docentes e instructores, desarrollen habilidades digitales, estrategias pedagógicas y didácticas.

Conclusiones

La gestión del aprendizaje de esta etapa industrial corresponde a un sistema de aprendizaje que permite al alumno crecer con conocimiento y habilidades respondiendo a una revolución industrial que propone cambios en los sistemas económicos, sociales y tecnológicos de las sociedades. Sin embargo, alternar entre diferentes formas de aprendizaje puede suponer grandes dificultades al inicio tanto para estudiantes como profesores.

El ambiente de aprendizaje híbrido tiene el propósito de formar a las personas orientadas a la creatividad y la innovación, sin dejar delado las habilidades técnicas y propiamente las habilidades para la vida. Como es sugerido por Puncturebutr (2016) quien señala acertadamente que los cambios en la economía social se han dado sin pausa, por lo cual, desde la llegada de la sociedad digital, se crean cambios en el estilo de vida de la gente, independientemente de la distancia, tiempo y lugar.

Experimentación una era de cambios sin precedentes, nos encontramos ad portas de un cibernético, que se mezcla con el mundo real, llamado recientemente como metaverso. Se trata entonces de una era de creación de nuevo conocimiento, que bien puede ubicarse en los procesos descritos por Wolter et al. (2016) quien sugiere que las

innovaciones se encuentran estrechamente vinculadas con el conocimiento.

El aprendizaje híbrido si bien ofrece múltiples opciones, existen restricciones, que pueden irse solucionando en la medida en que se identifiquen los errores, se establezcan mecanismos de mejora continua y se apoyen a los profesores y estudiantes en su proceso de adaptación.

Finalmente, si bien aún es demasiado pronto para poner en evidencia hasta qué punto los ambientes de aprendizaje híbrido pueden configurarse como método permanente en la educación.

Hay suficiente información disponible, que permite elucidar que después del COVID-19 la agenda gubernamental debe planificar su incorporación en el mediano y largo plazo, ya que el aprendizaje híbrido se convertirá en un aspecto imprescindible en el futuro cercano.

Referencias

- Alvis-Puentes, J. F., Aldana-Bermúdez, E., y Caicedo-Zambrano, S. J. (2019). Los ambientes de aprendizaje reales como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de básica secundaria. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10(1), 135-147.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10018>
- Bedin, E., y Del Pino, J. C. (2020). La movilización de competencias y el desarrollo cognitivo universal-bilateral del aprendizaje en la enseñanza de las ciencias del aprendizaje en la enseñanza de las ciencias. *Revista Centro de Investigaciones Educativas Paradigma*. 360-383
<https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2020.p360-383.id804>
- Bertoglia, E. M., Peraza, C. D. y Méndez, T. B. (2021). *Perspectivas de la educación Stem: un abordaje desde la investigación en acción, la metacognición, la visión tica, los métodos de enseñanza y la evaluación*. Publicaciones Puertorriqueñas.
<http://www.worldcat.org/oclc/1252630716>

- Botero, J. y Sneider, C. I. (2018). Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. STEM Educación Colombia. <http://www.worldcat.org/oclc/1066258129>
- Cano, L. M., y Ángel, I. C. (2020). Medellín Territorio STEM+ H: un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <http://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6205?locale-attribute=en>
- Carmona-Mesa, J. A., Cardona Zapata, M. E. y Castrillón-Yepes, A. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. *Uni-Pluriversidad*, 20(1), 21. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.02>
- Correa, F. J. (2008). Ambientes de Aprendizaje en el Siglo XXI. *E-Mail Educativo*, 1(1 SE-). <http://revistas.unal.edu.co/index.php/email/article/view/12622>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2019). Bases del plan nacional de desarrollo 2018-2022. <http://colaboracion.dnp.gov.vo/CDT/Prensa/BasesPND2018-2022n.pdf>
- Espinosa, J.B. y Sneider, C.I. (2018). *Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. STEM Educación Colombia. <https://www.worldcat.org/oclc/1066258129>
- Espinoza, L. A. y Rodríguez, R. (2017). La generación de ambientes de aprendizaje: un análisis de la percepción juvenil. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 7(14), 110. <https://doi.org/10.23913/ride.v7i14.276>

- González, M. O., Reus, N. N. y Olmos, J. E. (2014). Evaluación de los ambientes mixtos de aprendizaje desde la perspectiva del estudiante. *Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo* 12, 1–12.
<http://111.ride.org.mx/index.php/RIDSECUNDARIO/article/view/795>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P., García, M., y Limón, S. (2010). *Fundamentos de metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
<http://www.worldcat.org/oclc/774400926>
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., y Claros, N. y Grupo Metodología e Investigación en Cirugía (MINCIR). (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, 91(3), 149–155.
<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.07.009>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822.
<http://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mkwanazi, S. & Mbohwa, C. (2018, del 27 al 29 de septiembre). Implication of the 4th Industrial Revolution on Entrepreneurship Education. [conference] *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Washington DC, USA*.
<http://ieomsociety.org/dc2018/papers/134.pdf>
- Piątkowski, M. (2020). Expectations and Challenges in the Labour Market in the Context of Industrial Revolution 4.0. The Agglomeration Method-Based Analysis for Poland and Other EU Member States. *Sustainability*, 12(13).
<https://doi.org/10.3390/su12135437>
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: New Challenge of Learning. *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 38(10).

<https://www.semanticscholar.org/paper/Education-4.0%3A-New-Challenge-of-Learning-Puncreobutr/9da555cb83b2f00ea7931e5a6c38953d836f19da>

REDINE. (Ed.). (2020). *Contribuciones de la tecnología digital en el desarrollo educativo y social*. Adaya Press.
<http://www.adayapress.com/wp-content/uploads/2020/09/content.pdf>

Reyes, A. M. y Pedroza, R. (2018). Retos de la formación profesional del diseñador industrial en la Cuarta Revolución Industrial (4RI) /Challenges of the professional training of the industrial designer in the Fourth Industrial Revolution (4RI). *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 8(16).
<https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.330>

Rodríguez, M. L. (2021). Tendencias en Instrumentación y Control de Procesos. *Encuentro Sennova Del Oriente Antioqueño*, 6(1).
<https://doi.org/10.23850/22565035.2953>

Sackey, S. M. & Bester, A. (2016). Industrial Engineering Curriculum in industry 4.0 in a south african context. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4), 101–114.
<https://doi.org/10.7166/27-4-1579>

Sampieri, R. H., Fernández, C., Baptista, P., García, M., y Limón, S. (2010). *Fundamentos de metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
<http://www.worldcat.org/oclc/774400926>

Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Penguin Random House.
<http://www.worldcat.org/oclc/1252834048>

Wolter, M. I., Mönnig, A., Hummel, M., Weber, E., Zika, G., Helmrigh, R., Maier, T., & Neuber-Pohl, C. (2016). Economy 4.0 and its labour market and economic impacts Scenario calculations in line with the BIBB-IAB qualification and occupational field projections. In IAB Forschungsbericht.
<https://doku.iab.de/forschungsbericht/2016/fb1316.pdf>

