



APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

ALFONSO PAREDES AGUIRRE
SANTOS PRÍNCIPE ANTICONA

$$\begin{aligned} y &= \omega \\ x - \frac{\pi}{4} &= -\pi + 2k\pi \\ x &= \frac{\pi}{4} - \pi + 2k\pi \\ x &= -\frac{3\pi}{4} + 2k\pi \end{aligned}$$

???

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

ALFONSO PAREDES AGUIRRE
SANTOS PRÍNCIPE ANTICONA



Asociación
Casa Editora
Sudamericana

Gral. José de San Martín 4555, B1604CDG
Florida Oeste, Buenos Aires, Rep. Argentina.

Aprendizaje basado en la indagación

Autores: Alfonso Paredes Aguirre, Santos Príncipe Anticono

Dirección: Claudia Brunelli

Diseño del interior: Romina Genski

Diseño de tapa: Romina Genski

Libro de edición argentina

IMPRESO EN LA ARGENTINA – Printed in Argentina

Primera edición

MMXIX - 4,9M

Es propiedad. © 2019 Asociación Casa Editora Sudamericana. Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

ISBN 978-987-798-008-0

Paredes Aguirre, Alfonso

Aprendizaje basado en la indagación / Alfonso Paredes Aguirre; Santos Príncipe Anticono / Dirigido por Claudia Brunelli. - 1ª ed. - Florida :

Asociación Casa Editora Sudamericana, 2019.

176 p. ; 20 x 13 cm.

ISBN 978-987-798-008-0

1. Docentes. I. Príncipe Anticono, Santos. II. Brunelli, Claudia, dir. III.

Título.

CDD 371.102

Se terminó de imprimir el 30 de septiembre de 2019 en talleres propios (Gral. José de San Martín 4555, B1604CDG, Florida Oeste, Buenos Aires).

Prohibida la *reproducción total o parcial* de esta publicación (texto, imágenes y diseño), su manipulación informática y transmisión ya sea electrónica, mecánica, por fotocopia u otros medios, sin permiso previo del editor.

INTRODUCCIÓN

El *Aprendizaje Basado en la Indagación* (ABI) tiene sus orígenes en la década de 1960, cuando los investigadores comenzaron a dar evidencias muy convincentes de que los estudiantes progresaban significativamente en la adquisición de habilidades del pensamiento de alto orden cuando su aprendizaje era mediado por la indagación.

El método indagatorio, que nace como una necesidad para mejorar el aprendizaje de las ciencias biológicas, en los últimos años se ha extendido a diversos campos del conocimiento y esto a raíz de los resultados muy favorables que se han encontrado en cuanto al aprendizaje y el compromiso del estudiante. Hoy, el *Aprendizaje Basado en la Indagación* halla sus aplicaciones en las ciencias naturales, ciencias sociales, ciencias humanas, religión y otros campos.

La indagación recorre con eficiencia las fases del ciclo de aprendizaje al que hemos denominado CEE-REE (Conectar, Explorar, Explicar, Reflexionar, Elaborar y Evaluar). Este ciclo o método instruccional está basado en las 5E, un sistema propuesto en 1980 por el *Biological Sciences Curriculum Study* [Estudio Curricular de Ciencias Biológicas]. Las 5E son: *Engagement, Exploration, Explain, Elaboration, y Evaluation*. En el modelo CEE-REE se propone la incorporación de la fase de **reflexión**, como fase distintiva de un proceso de aprendizaje adventista. En esta fase de **reflexión** se promueve el desarrollo de actitudes y valores cristianos, a partir de los conocimientos adquiridos. En este momento, a través del uso del pensamiento complejo, se promueve el desarrollo personal, el amor al prójimo y el amor a Dios. Este es un sello distintivo que diferencia a la educación adventista.

Siendo que deseamos que los estudiantes egresados logren desarrollar plenamente sus potencialidades, se propone mediante el ABI mediado con el ciclo de aprendizaje CEE-REE promover una educación que nos ayude a seguir cumpliendo la misión que nos ha encargado el Maestro de Galilea.

Los autores

CONTENIDO

CAPÍTULO I – LA INDAGACIÓN

• ¿Qué otros nombres tiene?	10
• ¿Qué es la indagación?	10
• ¿Cuál es el origen del término “indagación”?	11
• ¿Cuáles son los procesos de la indagación?	12
• ¿Cómo se ha clasificado la indagación?	13
• ¿Qué beneficios aporta el Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI)?	13
• ¿Qué método instruccional se utiliza para conducir el ABI?	17
• ¿Se utiliza el ABI solamente en ciencias naturales?	19
• ¿Hay relación entre la práctica del ABI y los primeros lugares en PISA-Ciencias?	21
• ¿Qué desafíos plantea el Aprendizaje Basado en la Indagación?	22

CAPÍTULO II – FUNDAMENTOS, PRINCIPIOS Y RAZONES DE LA INDAGACIÓN

• ¿Cuál es el fundamento bíblico-cristiano de la indagación?	25
• ¿Cuáles son los principios que sostienen la indagación?	27
• ¿Cuáles son las razones prácticas para promover la indagación?	29

CAPÍTULO III – UN MÉTODO INSTRUCCIONAL PARA LA INDAGACIÓN

• Antecedentes del método instruccional CEE-REE	31
• Otros modelos de métodos instruccionales para la indagación	33

• Difusión del método instruccional para la indagación en el mundo	38
• El método instruccional para la indagación en Francia	38
• El método instruccional para la indagación en Argentina	38
• El método instruccional para la indagación en Japón	41
• Descripción de las fases del Método Instruccional CEE-REE (Modelo Propuesto)	43
• Rol y acciones del docente y del estudiante durante la aplicación del Método Instruccional CEE-REE	53
• El método instruccional CEE-REE: de las teorías educativas a la consagración y acción responsable	59
• Rúbrica del método instruccional CEE-REE de la indagación	61

CAPÍTULO IV – LA INDAGACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

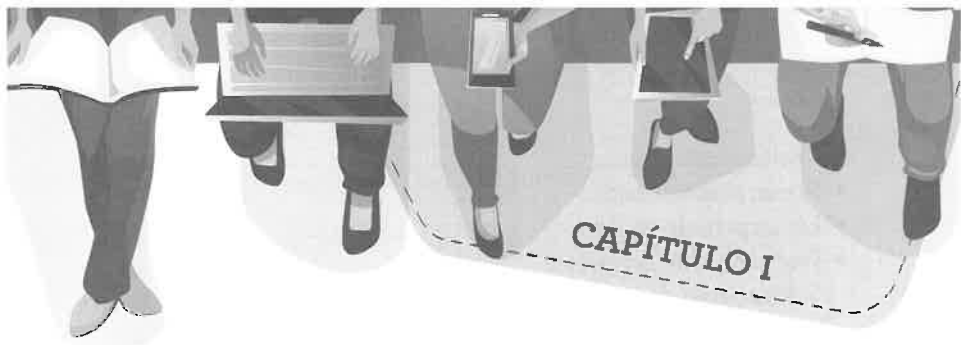
• La indagación y su relación con el método científico	68
• Definición de investigación científica	70
• Etapas del método científico	71
• Limitaciones del método científico	74
• Enfoques de investigación	75
• Tipos de investigación	76
• Diseños de investigación	80
• El proceso de la indagación científica	89
• La observación	89
• El problema de investigación	89
• Formulación del objetivo de investigación	90
• Revisión de la literatura	91
• Formulación de hipótesis	96
• Diseño para la prueba de hipótesis	98
• Análisis de resultados	98
• Conclusiones	98
• La unidad de análisis en una investigación	98
• El marco teórico	100
• Población y muestra	100
• Resultados y análisis de datos	106

• Conclusiones.....	112
• Recomendaciones.....	113
• La carpeta de campo.....	113
• Protocolos de proyectos.....	115
• Protocolo de proyecto para el nivel Inicial o Preescolar.....	115
• Protocolo de proyectos para el nivel Primario.....	121
• Protocolo de proyectos para el nivel Medio o Secundario.....	125
• El informe de investigación.....	129

CAPITULO V – LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA Y LAS FERIAS DE CIENCIAS

• ¿Son la indagación y la comunicación científica compatibles con la cosmovisión bíblica de la educación?	136
• Las ferias de ciencias escolares.....	138
• La exposición oral del trabajo científico.....	153
• Estrategias para la práctica de valores en el Aprendizaje Basado en la Indagación.....	155

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
---	-----



CAPÍTULO I

LA INDAGACIÓN

¿Qué otros nombres tiene?

La indagación recibe varios nombres, sin perder la esencia de su significado:

- Aprendizaje Basado en la Indagación – ABI (Aramendi *et al.*, 2018).
- Aprendizaje por indagación (FONDEP, 2013).
- Método indagatorio (Educación en Ciencias Basada en la Indagación – ECBI Chile).
- Educación en Ciencias Basada en la Indagación – ECBI (IANAS, 2017).
- Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (Dyasi *et al.*, 2015).

¿Qué es la indagación?

Bells y col. (2010) afirmaban, en ese entonces que, si bien la importancia del aprendizaje por indagación era ampliamente reconocida, era difícil, si no imposible, darle una definición comúnmente aceptada (Cuevas, Lee, Hart y Deaktor, 2005). Sin embargo, en estos últimos años, se observa con más claridad un mejor enfoque y una comprensión precisa del término “indagación”. La indagación aparece como un término para dar más énfasis al proceso que al resultado; pues la investigación sugiere que la instrucción científica basada en la indagación tiene el potencial de mover a diversos niños hacia procesos superiores del pensamiento crítico e independiente (Cuevas y col. 2005 citado por Tan, 2014:227).

CAPÍTULO I – La indagación

Rosa (2019) ratifica lo señalado anteriormente, y afirma que la indagación debe tratarse como un medio de enseñanza para aprender habilidades que les permita a los estudiantes desenvolverse como científicos en la resolución de problemas o en el mejoramiento del entorno.

Siguiendo el mismo sentido, adoptamos la definición propuesta por Caamaño (2012), quien afirma que la indagación está constituida por “actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar de un modo que tiene similitudes con el utilizado por los científicos en la resolución de problemas, de familiarizarse con el trabajo científico y de adquirir una comprensión procedimental de la ciencia, al utilizar las destrezas y los procedimientos propios de la indagación científica en un marco escolar”, para aprender a preguntar (IANAS, 2017) y saber explicar con argumentos sólidos.

En resumen, la indagación es definida por su contenido y su aprendizaje:

- Observar significativamente para ser agudo y profundo (Kask y Rannikmäe, 2006).
- Preguntar para abrir las puertas del conocimiento.
- Escudriñar o experimentar para aprender a argumentar con evidencias convincentes.
- Indagar para ser independiente: “*La verdad los hará libres*” (Jesús en Juan 8:32, Ahokoski et al., 2017).
- Explicar para ampliar la mente y salir de la levedad intelectual.
- Argumentar para convencer y persuadir.
- Analizar para discutir resultados (Harlen, 2013).

¿Cuál es el origen del término “indagación”?

Según Reyes y Padilla (2012), siendo que en los inicios del siglo XX en la enseñanza de la ciencia se daba énfasis a la acumulación de información en lugar del desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para la ciencia, John Dewey recomendó, en 1910, la inclusión de la indagación en los programas de preescolar a primaria, haciéndolo extensivo a los programas de formación de los docentes. En 1996, el Consejo Nacional de

Investigación de los Estados Unidos de América reenfocó la indagación en las escuelas. Desde ese entonces, se extendió hasta llegar a ser parte oficial del currículum de ciencias. La indagación hoy se ha difundido en muchos países del mundo. Y en aquellos países donde más se ha extendido, se han obtenido resultados altamente favorables, en 2015, en las pruebas PISA (sigla en inglés para el Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes). Estos son los casos de Singapur, Japón, Estados Unidos, Taiwán y Estonia.

¿Cuáles son los procesos de la indagación?

Según Ferrer (2017), citado por Rosa (2019), la indagación tiene tres procesos básicos:

- Plantear preguntas y formular hipótesis.
- Planificar y realizar experimentos.
- Analizar datos.

Para el Ministerio de Educación del Perú, la indagación tiene los siguientes procesos:

- Problematicar situaciones.
- Diseñar estrategias para realizar la indagación.
- Generar y registrar datos e información.
- Analizar datos e información.
- Evaluar el proceso.
- Comunicar los resultados de la indagación.

Linn, *et al.* (2000), citados por Oshima (2004), con el propósito de conocer cómo se enseña las ciencias en Japón (país que ha ocupado un lugar muy importante en PISA), grabaron videos de las clases en Tokio y encontraron mucha semejanza con la indagación científica. Los pasos, flexibles y no rígidos ni lineales, que se consideran en la enseñanza de las ciencias son:

- Orientación. Conectar la lección con el interés del estudiante. Presentar una situación problemática. Obtener conocimientos previos.
- Formulación de la gran pregunta y/o planteamiento de la hipótesis.
- Realización de observaciones o diseñar y ejecutar experimentos.

CAPÍTULO I – La indagación

- Recolección de datos.
- Análisis e interpretación de datos e información.
- Conclusión.
- Presentación y comunicación.
- Reflexión.

¿Cómo se ha clasificado la indagación?

- **Indagación confirmatoria.** A los estudiantes se les entrega una pregunta, la respuesta y el método para llegar a esa respuesta. El objetivo es desarrollar las habilidades de indagación y el pensamiento crítico, y aprender cómo funciona el método específico.
- **Indagación estructurada.** El docente plantea tanto el problema como el procedimiento a seguir. Los estudiantes deben utilizar el método señalado para elaborar una conclusión respaldada por la evidencia.
- **Indagación guiada.** El docente plantea el problema y el alumnado decide cómo resolverlo. Por ejemplo, los estudiantes se dividen en grupos y diseñan métodos de investigación para llegar a una conclusión.
- **Indagación abierta.** Los estudiantes, habiéndoles dado tiempo y apoyo, plantean preguntas originales que investigan a través de sus propios métodos y, finalmente, presentan sus resultados para discutir y ampliar (Aramendi *et al.*, 2018).

¿Qué beneficios aporta el Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI)?

- **La indagación científica nos capacita para ver a Dios en sus obras.** Afirmaba Elena de White: “La investigación científica abre ante la mente vastos campos de pensamiento e información, capacitándonos para ver a Dios en sus obras creadas” (Citado por Cadwalader, 1999, extraído de *Consejos para los maestros*, p. 391).
- **Refuerza el aprendizaje de conceptos en forma más duradera.** En los niños, el aprendizaje concreto de conceptos se ve promovido mediante la indagación. Por ejemplo, cuan-

do hacen una clasificación de pequeños animales encontrados en el jardín, los agrupan según semejanza y luego, guiados por el docente, identifican y aprecian el concepto de “insecto”, “gusanos”, etc. En el caso del aprendizaje de conceptos abstractos, esto se ve favorecido cuando la indagación, al seguir el método de aprendizaje experiencial, permite que los estudiantes: (a) participen activamente en una nueva experiencia, por ejemplo, cuando los estudiantes revisan la biografía de investigadores, emprendedores, u otros líderes; (b) observen reflexivamente lo que los rodea y consideren diversos aspectos de la experiencia, por ejemplo, al ver en qué se semejan o qué llevó al éxito a los personajes estudiados; (c) formen un concepto, teoría o conclusión a partir de las observaciones y reflexiones, por ejemplo, pueden formar conceptos como “éxito”, “perseverancia” y otros; y (d) expresen las lecciones que han obtenido y las consideran muy útiles para la vida.

- **Promueve una comprensión más profunda del contenido.**

A través de las continuas preguntas frente a las respuestas dadas, se puede obtener un mayor soporte o sustento de los conocimientos. Más aún cuando participan activamente en la búsqueda de la respuesta, confrontación y fundamentación de la respuesta.

- **Desarrolla la iniciativa y la autodirección.** Los estudiantes, mediante la indagación, aprenden cómo hacer preguntas, cómo investigar, discutir, colaborar, cooperar y llegar a sus propias conclusiones. Ellos dan posibles respuestas a la pregunta esencial y son ellos mismos quienes planifican cómo probar una idea o hipótesis. Estas habilidades serán siempre útiles, aun en los grados mayores de escolaridad y desarrollo profesional.

- **Ofrece una instrucción diferenciada.** Mediante el proceso de indagación se puede ofrecer instrucción diferenciada a los estudiantes, acorde al estilo de aprendizaje de los estudiantes y según sus conocimientos previos. Es decir, que

CAPÍTULO I – La indagación

se pueden utilizar diversos medios para proporcionar información según su estilo de aprendizaje: lectura de textos, videos, audios, conversaciones, experiencias directas, otros. Asimismo, quizás unos contribuirán más en la búsqueda de información, otros podrían dar ideas para aplicar el conocimiento en la vida práctica, etc.

- **Desarrolla el espíritu de equipo y la colaboración.** Los estudiantes, al participar en la propuesta de actividades para resolver un problema, también se sienten comprometidos a implementarlas. Comparten información, entran en consensos. Se apoyan como equipo y esto es lo que se requiere en la vida real, cotidiana y profesional.
- **La indagación enfatiza la adquisición de actitudes y valores.** En la interacción que se produce durante la indagación que realizan los estudiantes se fomenta la cooperación, el aprecio por el consenso y el respeto hacia la opinión ajena. Asimismo, hace crecer la empatía y genera un alto aprecio por el desarrollo de su entorno y la comunidad. De esta manera, se contribuye a la formación de un ciudadano que aprecia a su prójimo, sirve a Dios y a la comunidad. El maestro debe enfatizar estos aspectos durante el proceso, y no preocuparse o enfocarse solo en el resultado u obtención de datos.
- **Desarrolla las habilidades del pensamiento de alto orden para la vida.** Observe las siguientes escenas:
 - El docente plantea a los estudiantes una pregunta esencial: ¿Por qué en la Biblia se recomienda no consumir cerdo? (Lo hace en lugar de formular una pregunta simple: ¿Se debe consumir cerdo?) Los estudiantes activan su imaginación y se disponen a responder pensando, razonando, evaluando y analizando. Siguen el proceso de indagación.
 - Posteriormente, los estudiantes, buscan la respuesta en diversas fuentes, y se les pide que respondan con la siguiente estructura:

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

- R (Respuesta propia).
- AA (Argumento de autoridad): Qué menciona el autor, año y afirmación.

Ejemplo:

Pregunta que formula el docente:	Posible respuesta que los estudiantes han construido con la información que hallaron en un proceso de indagación descriptiva no experimental:
“¿Por qué no consumir carne de cerdo?”	<i>R:</i> El consumo de carne de cerdo es un riesgo para la salud. <i>AA:</i> Garrido (2017) afirma que siendo que la carne del cerdo se ha relacionado con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y obesidad por su contenido en grasa y sodio, se recomienda no consumir la carne de cerdo.

En este tipo de respuesta, que es una respuesta con argumento de autoridad (autor, año y afirmación), el estudiante está demostrando el uso del pensamiento crítico.

Este es un ejemplo de los aprendizajes para la vida que puede adquirir el estudiante mediante la indagación científica.

- **Facilita el desenvolvimiento en la vida cotidiana.** Siendo que la indagación es definida como la búsqueda de la verdad, información, conocimiento o comprensión, entonces es un proceso que se utiliza en todas las facetas y fases de la vida.
- **La indagación contribuye a alfabetizar científicamente al estudiante.** El Sistema de Evaluación del Aprendizaje de Uruguay (2017) sostiene que “en las últimas décadas se ha modificado el enfoque dado a la enseñanza de las ciencias naturales”. Numerosos investigadores (Furió y Vilchez, 1997; Alsop&Watts, 2003; Acevedo *et al.*, 2005; Garriz, 2006; Kuhn, 2012) recomiendan que el estudiante en las clases de ciencias pueda experimentar cómo trabajan los científicos, qué realizan, cómo interactúan, es decir, cómo se relacionan, cómo

CAPÍTULO I – La indagación

expresan sus hallazgos. Considerando estas condiciones, el docente puede estar seguro de que está alfabetizando científicamente al estudiante, en otras palabras, desarrollando el pensamiento científico integral.

¿Qué método instruccional se utiliza para conducir el ABI?

El primer lugar, se definirá lo que es un método instruccional. El método instruccional está constituido por un conjunto de actividades o pasos lógicos, consecutivos y crecientes en la planificación de una clase para el aula.

En la investigación bibliográfica que se ha realizado, se han hallado los siguientes conjuntos de pasos:

- El Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2018) propone: (1) Inicio, (2) Desarrollo, (3) Cierre.
- En el Perú, es algo parecido: (1) Inicio, (2) Proceso, (3) Cierre.
- Díaz-Barriga (2013) enumera: (1) Actividades de apertura, (2) Actividades de desarrollo, (3) Actividades de cierre.
- El Ministerio de Educación Nacional de Colombia – MEN (2013): (1) Aprendizajes previos, (2) Amplío mis conocimientos, (3) Pongo en práctica nuevos conocimientos.
- Venezuela (Meléndez y Gómez, 2008): (1) Contextualización, (2) Teorización, (3) Desarrollo, (4) Problemатización, (5) Demostración.

Estos pasos tienen muy poco sustento de su eficacia en los reportes de investigación. Varias investigaciones han propuesto un nuevo método o modelo instruccional, cuyos pasos son muy eficientes, de allí que son utilizados con mucha frecuencia en los países que han logrado los primeros lugares en ciencias.

Al respecto, la *Office of Science Education* [Oficina de Educación Científica] y el *National Institute of Health* [Instituto Nacional de Salud], liderados por Bybee *et al.* (2006), señalaban que el uso sostenido de un modelo de instrucción efectivo basado en la investigación puede ayudar a los estudiantes a aprender con-

ceptos fundamentales en ciencias y otros dominios. Si aceptamos esa premisa, entonces un modelo de instrucción debe ser efectivo, debe estar respaldado con investigaciones relevantes y debe implementarse de manera consistente y amplia para tener el efecto deseado en la enseñanza y el aprendizaje. De allí que se propone el uso del método instruccional denominado 5E. Se lo denomina 5E por la secuencia didáctica siguiente:

1. Enganche o motivación.
2. Exploración del tema.
3. Explicación (por parte de los estudiantes y reforzada finalmente por el docente).
4. Elaboración (aplicación del conocimiento o creación de productos, planteamiento de soluciones, y otros afines).
5. Evaluación.

En el capítulo 3 se ampliará más sobre el modelo instruccional 5E y su adaptación a la educación adventista.

Reflexionemos: Si preguntamos a un profesional no docente qué cree que debe realizarse en la etapa de Inicio, ¿respondería mejor que si le preguntáramos qué debe realizarse en la etapa de Motivación? ¿Es más claro decir Inicio-Proceso-Cierre, o decir Enganche-Exploración-Explicación-Elaboración y Evaluación?

El proceso de enseñanza-aprendizaje debe ser claro para el docente a fin de lograr que su labor en el aula sea comprensible y transformadora. En Deuteronomio 32:2, DHH, se lee: *“Mi enseñanza caerá como la lluvia, mi discurso será como el rocío, como llovizna sobre la hierba, como gotas de agua sobre el pasto”*.

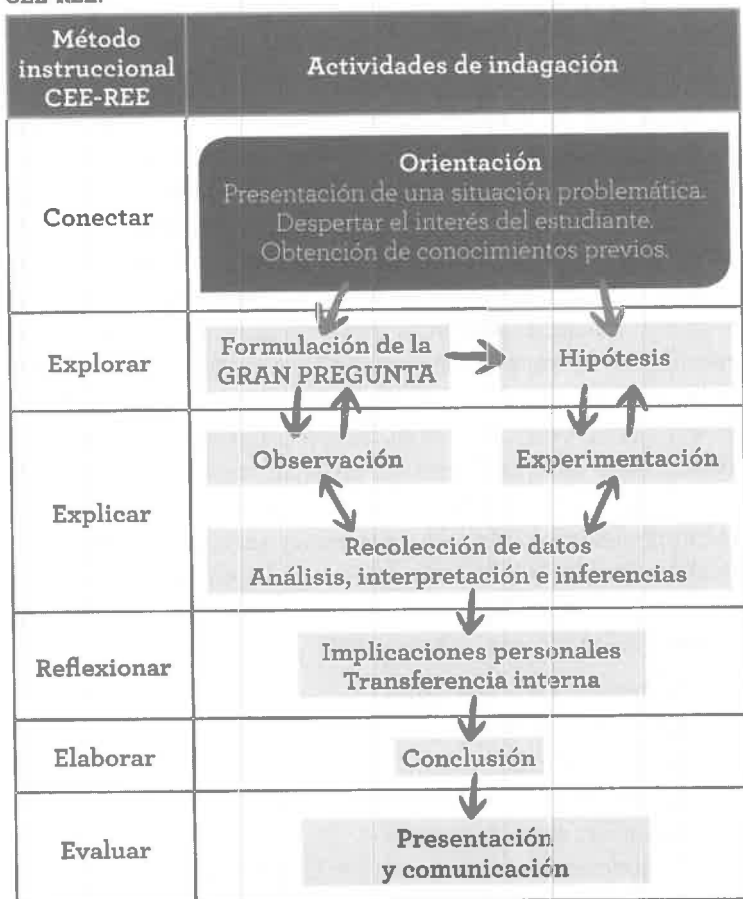
Por las razones expuestas, el modelo instruccional 5E es recomendado, por su fundamento sólido, en la enseñanza de la indagación científica.

Las 5E han sido adaptadas con el fin de incorporar un espacio muy importante para la reflexión personal y de obrar el cambio personal a partir de la interiorización de las lecciones obtenidas. Entre la fase de “Explicar” y “Elaborar” se ha introducido la fase “Reflexionar”. Así surge el modelo instruccional CEE-REE, cuya sigla está compuesta por las letras iniciales de los nombres de las fases de este nuevo modelo.

CAPÍTULO I – La indagación

Observe cómo armoniza este nuevo modelo instruccional con las actividades de indagación.

Gráfico: Proceso de la indagación en el marco del Método Instruccional CEE-REE.



Alfonso Paredes (2019)

¿Se utiliza el ABI solamente en ciencias naturales?

Actualmente, el aprendizaje basado en la indagación se utiliza en varias áreas del conocimiento, tales como en el área de ciencias naturales, matemáticas, humanidades, ciencias socia-

les, arte, teología y afines. Esto es lo que sucede, por ejemplo, en el *Australian Curriculum* (ACARA, 2007).

El ABI se utiliza en estudios cuantitativos y también en los cualitativos y mixtos, pues lo más importante es el desarrollo de las habilidades, las destrezas, los valores y las actitudes en el estudiante, semejante a la de un investigador profesional.

En Japón, se recomienda el ABI para los estudios sociales y la historia tanto en Primaria como en Secundaria y Preparatoria, y se sigue extendiendo a otras áreas. Shibata *et al.* (2017), en su estudio “*Generating Questions for Inquiry-Based Learning of History in Elementary Schools by Using Stereoscopic 3D Images*” [Generando preguntas para el aprendizaje de la historia basado en la investigación en las escuelas primarias mediante el uso de imágenes estereoscópicas en 3D], afirma que a nivel internacional el aprendizaje basado en la indagación se enfatiza cada vez más como un método eficaz de la práctica docente. En ese sentido, el gobierno japonés recomienda el aprendizaje basado en la indagación en los estudios sociales e historia. Al respecto, Bell *et al.* (2010) presentan en su artículo “*Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges*” [Aprendizaje colaborativo de consulta: modelos, herramientas y desafíos] el proceso del aprendizaje basado en la indagación colaborativa en historia (citado por Shibata, 2017):

1. Orientación y preguntas.
2. Generación de hipótesis.
3. Planificación.
4. Investigación.
5. Análisis e interpretación.
6. Modelos de conclusiones y evaluaciones.
7. Comunicación.
8. Predicción.

En Taiwán el aprendizaje basado en la indagación se aplica en las áreas de matemáticas y ciencias (Chin y Lin, 2013).

También se aborda el uso de este modelo en varios programas de desarrollo profesional de la educación científica (Ballone y Duran, 2004).

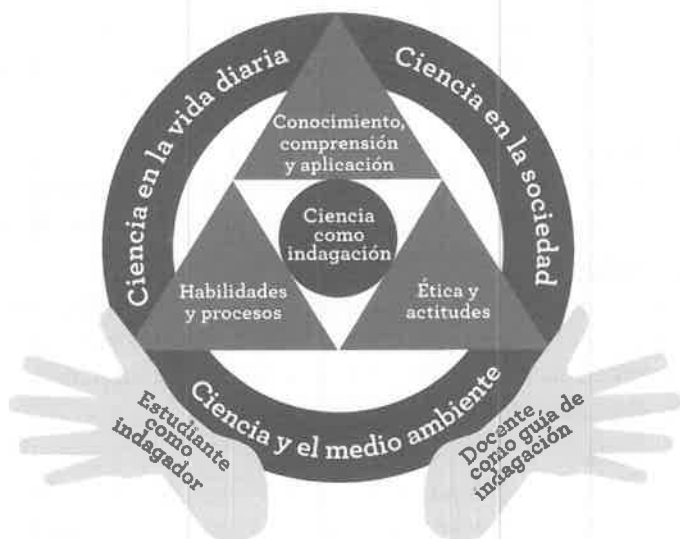
CAPÍTULO I – La indagación

¿Hay relación entre la práctica del ABI y los primeros lugares en PISA-Ciencias?

La revisión exhaustiva de los trabajos de investigación nos conduce a señalar que existe relación entre los resultados de la evaluación PISA y la práctica de la indagación en las aulas. Veamos el caso de algunos países:

Singapur

La ciencia como una indagación es el corazón del *syllabus* (currículum) de la educación primaria, propuesto por el Ministerio de Educación de Singapur.



© 2004 Curriculum Planing and Development Division Ministry Education, Singapore

Fuente: Curriculum Planning and Development Division Ministry of Education, Singapore (2013). *Science Syllabus Primary: Implementation starting with 2014*. En: moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/science-primary-2014.pdf

El espíritu de la investigación científica es fundamental para el plan de estudios de ciencias de Singapur, y es importante educar a los estudiantes para que sean investigadores (Ministerio de Educación, Singapur [MOE], 2013).

Japón

En las escuelas de Japón se promueve el aprendizaje activo con el propósito de fortalecer la indagación, utilizando para ello el ciclo de aprendizaje muy semejante a las 5E (Oshima y col., 2004). Esto le ha permitido a Japón obtener muy buenos resultados en PISA (en el 2015 en Ciencias ocupó el segundo lugar) y en el TIMSS (sigla en inglés para el Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias) desde 1995.

Estonia

Este país ocupó el tercer lugar en Ciencias en PISA 2015. El aprendizaje colaborativo basado en la indagación es recomendado oficialmente por el *Ministry of Education and Research*, tal como se observa en su portal oficial (*Republic of Estonia, Ministry of Education and Research*, 2018).

Taiwán

Se utiliza el aprendizaje basado en la indagación tanto para el área de ciencias como para matemáticas (Chin y Lin, 2013).

Finlandia

En Finlandia, el país que ocupó el puesto 5 en PISA 2015, la indagación es promovida con el método instruccional 5E. Los docentes son capacitados con esta metodología, incluso han llegado a proponer las 6E (Kähkönen, 2016).

Australia

Este país ocupó el puesto 14 en PISA 2015. Según *Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority* [ACARA, Autoridad Australiana de Currículo, Evaluación e Informes] el aprendizaje basado en la investigación es un enfoque pedagógico amplio que ha recibido un gran apoyo por parte de educadores y sistemas educativos durante la última década (2007).

¿Qué desafíos plantea el Aprendizaje Basado en la Indagación?

Desafío 1: Aceptar el cambio en la enseñanza.

El cambio en nuestro quehacer educativo implica dos elementos psicoafectivos: esperanza y frustración. Va más allá del

CAPÍTULO I - La indagación

deseo o la voluntad, implica planeación, metodología (Delgado, 2004), esfuerzo, perseverancia, aprendizajes y desaprendizajes. Del entendimiento se debe pasar a la comprensión. Del sentimiento a la acción. Eso es cambio.

Desafío 2: Poner en práctica la indagación.

Coincidimos con Collo *et al.* (2012) en el sentido de que la enseñanza por indagación no es un modelo didáctico nuevo. Asimismo, los docentes aceptan la gran importancia que tiene la indagación en la formación del estudiante. Sin embargo, el mayor desafío es ponerla en práctica en la forma más aceptable y eficiente. El manejo de la indagación es gradual, además el docente debe ser flexible para elegir algunas alternativas pedagógicas según la disposición, las actitudes, los conocimientos previos y las habilidades de los estudiantes.

Desafío 3: Los maestros deben tener un conocimiento profundo de la enseñanza de las ciencias y una alta cultura intelectual.

Cadwalader (1999) comenta, parafraseando a White: “Dios desea que los maestros en nuestras escuelas sean eficientes. Si han progresado en la comprensión espiritual, sentirán que es importante no ser deficientes en el conocimiento de las ciencias [...]. Aunque necesitan ser piadosos, también necesitan un conocimiento profundo de las ciencias”. Asimismo, Cadwalader, añadía que “necesitamos hombres y mujeres jóvenes que tengan una alta cultura intelectual, a fin de que puedan hacer la mejor obra para el Señor” pues “si se asume la sagrada responsabilidad de enseñar a otros, se asume también el deber de dominar todo asunto que se quiera enseñar”.

La Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS, 2017) sostiene:

“Las clases de ciencia deberían estar en manos de maestros que entiendan los principios básicos que la rigen, que sean capaces de estimular la curiosidad de los niños y que contribuyan a desarrollar sus habilidades de experimentación con la finalidad de que puedan aclarar sus dudas por sí mismos, apo-

yados en experimentos elaborados con material didáctico sencillo y bien estructurado”.

Al respecto, el Premio Nobel de Física de 1988, Leon Lederman, pionero en los programas de educación de la ciencia a través de la indagación para los docentes, afirmaba que “la nueva forma de enseñar ciencia consiste también en enseñar a los maestros cómo enseñar ciencia” (IANAS, 2017).

Los maestros deben aprender métodos eficaces como parte del crecimiento integral del docente. Acerca de este tema, Knight (2002) afirmaba:

“Los maestros cristianos también serán alumnos que continuamente crezcan en su propio desarrollo mental. Sus cualidades intelectuales no son menos importantes que las de sus colegas en el sector público. Por el contrario, debido a que están inspirados por metas más amplias y motivos más altos, avanzan o necesitan ir más lejos que el promedio de su profesión, e indudablemente buscarán ir más allá de las pautas mínimas establecidas por las agencias acreditadoras. Los maestros cristianos serán personas que puedan entender tanto como comunicar los temas de su especialidad en el contexto de una cosmovisión cristiana [...]. La actualización en la literatura profesional y lo mental son importantes, aunque no estén dentro de las cualidades más importantes del maestro cristiano”.



FUNDAMENTOS, PRINCIPIOS Y RAZONES DE LA INDAGACIÓN

Se dice que en la planificación de un viaje es necesario saber con precisión a dónde ir. No lo dudamos. Pero antes de partir y para mantener la motivación del viaje es muy útil conocer las razones del viaje, pues esto constituye el motor que nos sostiene y nos hace perseverar en el trayecto. Lo mismo ocurre al tratar un tema. Perseveraremos en la práctica de lo leído si sabemos el por qué, es decir las razones para hacerlo, pues esto es la esencia de la acción que nos ayuda a mantener su sentido. Como docentes debemos recordar los fundamentos de nuestro quehacer redentor cuando orientamos a los estudiantes en el camino de la indagación científica. Repasemos el fundamento, los principios y las razones de la indagación científica.

¿Cuál es el fundamento bíblico-cristiano de la indagación?

Habiendo sido creados a imagen y semejanza de Dios, se deben desarrollar los talentos que el Creador ha otorgado a cada persona

Hemos sido creados a imagen de Dios y esto incluye la capacidad creativa, por supuesto que limitada a la naturaleza humana. Por lo tanto, es un mandato divino promover la indagación científica para desarrollar las habilidades creativas e innovadoras, pues así el hombre y la mujer pueden llegar a ser administradores y administradoras eficientes de lo que Dios ha puesto en sus manos.

En la tierna edad ya hay indicios de la capacidad investigativa del niño

Kang (2017) afirma que la indagación es un proceso natural y auténtico de aprendizaje desde que el niño es pequeño hasta que es adulto. En ese proceso natural, Dios ha colocado en los labios de los niños una pregunta que empiezan a pronunciarla desde aproximadamente los tres años. Los niños formulan constantemente la pregunta “¿por qué?” Estas vocécitas que contienen las preguntas más profundas, y que dan origen al conocimiento innovador, muchas veces son ignoradas o, si son escuchadas, se les presta poco interés manifestado en la dedicación del tiempo; o son escuchadas con interés, pero no se la sigue fortaleciendo, pues no contemplan que están frente a un pequeño investigador.

Sin preguntas no hay origen del conocimiento. Dios ha colocado en el niño la semilla para que los padres y los maestros promuevan y fortalezcan la capacidad de investigar, escudriñar y, explorar en forma ordenada, consciente, planificada y disciplinada. Las preguntas emergen en edad temprana, así como emergieron en el hombre después de haber sido creado, para cumplir la tarea que Dios les encargó con respecto a los nombres de los animales. ¿Qué preguntas se harían Adán y Eva antes de ponerle nombre a cada ser viviente?

Los educandos en el presente y el futuro deben participar en el desarrollo sostenido de la comunidad

La comunidad debe crecer y desarrollarse sostenidamente en el tiempo, aun en medio de los desafíos y de la incertidumbre que envuelve a todos. Esta situación lleva a las empresas a promover la innovación, la misma que parte de la producción de conocimiento, es decir del cúmulo de nuevos conocimientos (ciencia) que hallan aplicaciones idóneas para el progreso de las empresas e instituciones. Se requiere que el conocimiento (ciencia) sea pertinente, oportuno y preciso. ¿Cómo lograrlo cuando se practica la investigación? Es por esta razón que se debe formar a los investigadores desde el nivel de educación inicial. El IANAS (2017) señala:

CAPÍTULO II – Fundamentos, principios y razones...

“Es bueno recordar que mejorar la enseñanza de la ciencia en los niveles primario y medio de la educación no solo apunta a formar científicos e ingenieros, sino que mejora la cultura científica de la sociedad en general y contribuye al desarrollo de una mentalidad organizada y crítica de los ciudadanos, útil para enfrentar y resolver problemas de la vida cotidiana con mayor creatividad y objetividad”.

Los educandos tienen la necesidad de ser educados en la toma de decisiones que repercutirán en su vida

La práctica de la indagación científica desarrolla en el estudiante la capacidad crítica y evaluativa de los hechos y procesos. El pensamiento crítico que se desarrolla en el estudiante lo conduce a tomar decisiones reflexivas, inteligentes y sabias en su vida emocional, mental, social y espiritual. Asimismo, los estudiantes pueden sustentar y dar razón de su fe, acorde al deseo expresado del apóstol Pedro en las siguientes palabras: *“Estando siempre preparados para presentar defensa ante todo el que os demande razón de la esperanza que hay en vosotros”* (1 Ped. 3:15, LBLA).

¿Cuáles son los principios que sostienen la indagación?

Como ciudadanos responsables, nuestros estudiantes deben participar en el desarrollo de la sociedad. Existen problemas mundiales, algunos más agudos que otros, según las regiones. Frente al conocimiento de estos problemas, los estudiantes, según su edad, deben ser capaces de realizar propuestas e implementarlas. Algunos de los objetivos que deben guiar a los docentes para implementar la indagación científica, y que están basados en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, son:

1. Garantizar la sustentabilidad del medio ambiente.
2. Mejorar la salud materna.
3. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
4. Reducir la mortalidad infantil.
5. Combatir el VIH/SIDA, la malaria y otras enfermedades.

Y al igual que los expertos, nosotros también consideramos que la educación es fundamental para amenguar estos problemas. Por esta razón se deben “promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos” (UNESCO, 2016). La indagación científica contribuye al logro de aprendizajes permanentes.

Macedo (2016), en el marco del I Foro Abierto de Ciencias de Latino América y el Caribe, promovido por la UNESCO, resalta “la necesidad de una educación científica de calidad para todos, que impacte positivamente en la formación ciudadana de cada persona”. Y añade:

“El escenario de la región muestra claramente que, en estos niveles del sistema educativo, la educación no solo no brinda estos aprendizajes, sino que la manera en que se presenta el conocimiento científico tiende a que los jóvenes pierdan el interés por aprender ciencias, y no se despiertan vocaciones científicas”.

Otra afirmación que se configura como política es lo expresado por el *National Research Council* en los siguientes términos:

“En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos; todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural”.

Una baja calidad de la enseñanza de la indagación científica no logrará el propósito de la educación para solucionar los problemas, y lo más negativo es que podría extinguir el interés por la exploración y la investigación, apagando la llama de su curiosidad y creatividad.

CAPÍTULO II – Fundamentos, principios y razones...

¿Cuáles son las razones prácticas para promover la indagación?

Hay necesidad de enfocar con mayor precisión la indagación científica

Señalaba Dyasi (2014) que aun en los programas de estudio y en la práctica docente se sigue presentando

“[...] la ciencia como un cúmulo de hechos, leyes y teorías, además de llevar a cabo los experimentos recomendados, cuyos resultados correctos ya se conocen. Aún es necesario, por consiguiente, seguir explicando a qué nos referimos por enseñanza de la ciencia basada en la indagación y por qué esta debe ser un punto central a considerar en el diseño de los planes de estudio en materia científica”.

Se necesita ir del conocimiento conceptual al desarrollo de las habilidades para la vida y la madurez moral

Según Osborne y Dillon (2008), citado por Ferrés y Marbá (2017), la indagación científica proporciona gran apoyo para la formación de conceptos en los estudiantes, y a esto se añade que promueve el desarrollo firme de habilidades del pensamiento de alto orden y de actitudes positivas. Esto se puede observar en la descripción que realiza la OECD (sigla inglesa de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos; 2013) en el *Draft Science Framework* [Proyecto de marco científico] de PISA 2015, cuando se refiere a las competencias que requiere la alfabetización científica:

- 1. Explicar** fenómenos científicamente.
- 2. Diseñar y evaluar** una investigación científica.
- 3. Interpretar** científicamente datos y evidencias.

El desarrollo de la **capacidad explicativa** es una necesidad cada vez más creciente en nuestra sociedad a medida que es invadida sorprendente y salvajemente por el uso indiscriminado de las redes sociales, pues estas fomentan más la descripción, pero no la explicación, conducen más a la trivialidad que

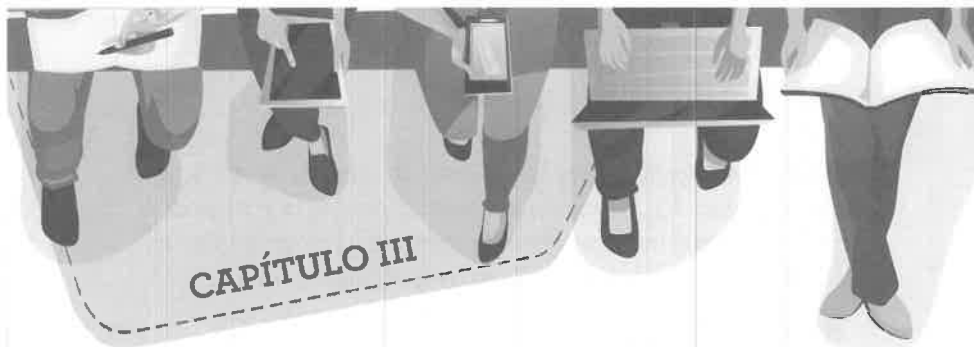
a la profundidad. El estudiante tiene dificultad para explicar las relaciones de causa efecto, para encontrar patrones, para argumentar y sustentar con evidencias un hecho o fenómeno. Explicar no es afirmar que el consumo del tabaco produce cáncer, es expresar el por qué lo produce.

Knight (2002) sostiene:

“La esencia de la educación cristiana es permitir que los alumnos piensen y actúen en forma reflexiva por cuenta propia, en lugar de responder solamente a la palabra o a la voluntad de una figura de autoridad. Esto es necesario tanto para el desarrollo mental como el ético; [...] cuando se logra este blanco, y el poder de pensar y actuar en este sentido, se internaliza, entonces las personas habrán llegado a una madurez moral. No están bajo el control de otros, sino que están haciendo sus propias decisiones ante Dios y los demás”.

Debemos mantener el liderazgo en la calidad de la enseñanza

Brantley y Fryson (1999) preguntaban: “¿Puede ser la educación que ofrecemos adventista y también excelente?” Si la excelencia se ha manifestado a lo largo de la historia en los seguidores de Dios, también Dios desea que sigamos dirigiendo escuelas de excelencia. Ambos investigadores recomiendan los métodos basados en la investigación, en donde se crea un ambiente de entusiasmo, alto desempeño, afianzamiento de la fe, extracción de lecciones para la vida, y que se fomente el aprendizaje social.



UN MÉTODO INSTRUCCIONAL PARA LA INDAGACIÓN

La efectividad de la indagación en el aprendizaje dependerá del método instruccional que se utilice en el aula. Como se mencionó en el capítulo 2, el modelo instruccional 5E ha sido considerado muy eficiente para conducir la indagación científica. Asimismo, con el propósito de fomentar el desarrollo integral del estudiante, en cuanto al fortalecimiento de los principios y valores en su vida, se ha incorporado la fase de “Reflexión”. De allí que el método instruccional que se propone es el CEE-REE (Conecta, Explora, Explica – Reflexiona, Crea y Evalúa).

Antecedentes del método instruccional CEE-REE

El ciclo de aprendizaje enfocado hacia las ciencias se origina en los postulados de Johann Herbart a inicios del siglo XX, quien considera que el conocimiento previo de los estudiantes y las nuevas ideas que el docente facilita durante el aprendizaje activo permite construir un nuevo conocimiento y aplicarlo. En la década de 1930, John Dewey propone un modelo de instrucción en el cual el estudiante describe una situación problemática, formula hipótesis y las prueba, y evalúa las soluciones. En 1960, Atkin y Karplus proponen el ciclo de aprendizaje con 3 fases. Luego, en el Biological Sciences Curriculum Study se propone el ciclo de aprendizaje 5E. Los muchos estudios de su impacto en el aprendizaje han demostrado que este método es muy efectivo, siendo que promueve el aprendizaje de conceptos, habilidades y destrezas. El método instruccional CEE-REE ve necesario sumar a 5E una fase que ayude a promover inten-

cionalmente las actitudes y los valores de los estudiantes a partir de lo aprendido, por esta razón se incorporó la fase Reflexión.

En la figura siguiente se observa cómo se ha originado el método instruccional CEE-REE. Veamos la siguiente figura:

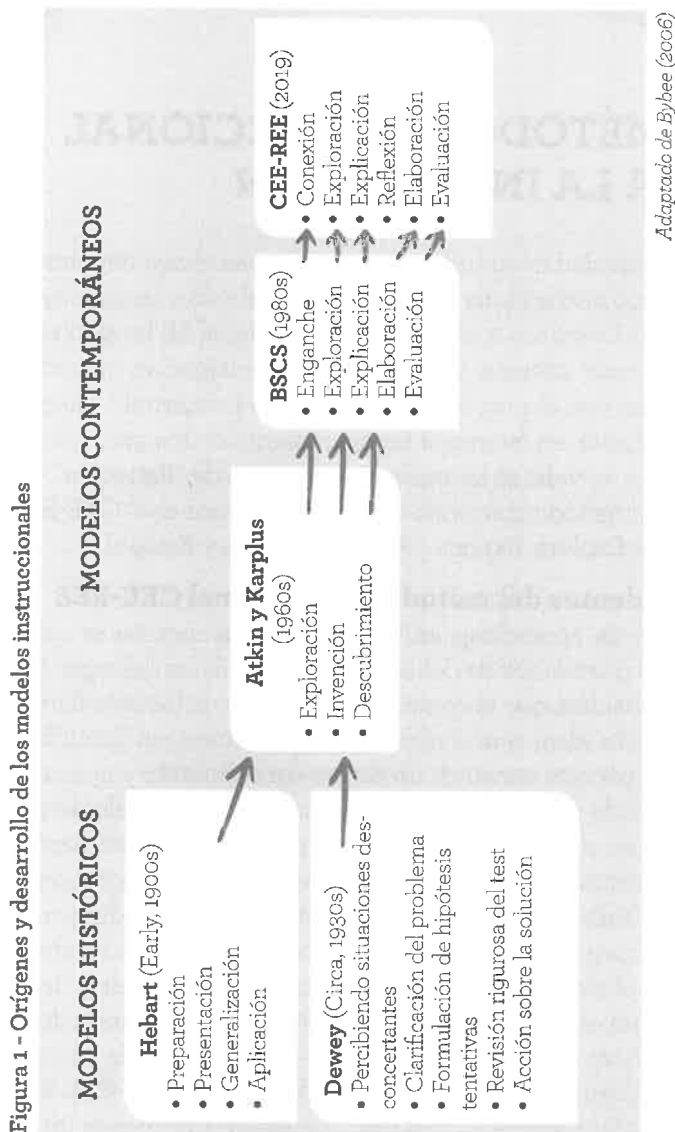


Figura 1 - Orígenes y desarrollo de los modelos instruccionales

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

Otros modelos instruccionales para la indagación

Alrededor del modelo instruccional 5E han surgido otros que se pueden adaptar según las necesidades específicas de las disciplinas científicas. Veamos algunas adaptaciones:

Tabla 1 - Ciclos de aprendizaje relacionados con el modelo 5E

5E (BSCS, 1980)	6E (Burke, 2014)	6E (Kähkönen, 2016)	7E (Eisenkraft, 2003)
<i>Engage</i> (Compromiso)	<i>Engage</i> (Compromiso)	<i>Engage</i> (Compromiso)	<i>Elicit</i> (Obtener conocimiento previo)
			<i>Engage</i> (Compromiso)
<i>Explore</i> (Explorar)	<i>Explore</i> (Explorar)	<i>Explore</i> (Explorar)	<i>Explore</i> (Explorar)
<i>Explain</i> (Explicar)	<i>Explain</i> (Explicar)	<i>Explain</i> (Explicar)	<i>Explain</i> (Explicar)
<i>Elaborate</i> (Elaborar)	<i>Engineer</i> (Diseñar)	<i>Elaborate</i> (Elaborar)	<i>Elaborate</i> (Elaborar)
	<i>Enrich</i> (Enriquecer)		
<i>Evaluate</i> (Evaluar)	<i>Evaluate</i> (Evaluar)	<i>Evaluate</i> (Evaluar)	<i>Evaluate</i> (Evaluar)
		<i>Exchange</i> (Intercambiar)	<i>Extend</i> (Transferir conocimiento)

I. Modelo 5E (BSCS, 1980)

Es el más usado en los diferentes niveles de escolaridad, incluso en algunos cursos universitarios. Asimismo, se utiliza en programas de capacitación para docentes (Bastida-Bastida, 2019). En cuanto a la relación del ciclo de aprendizaje con la indagación científica, los países que ocuparon los primeros cinco lugares en Ciencias en PISA 2015 (Singapur, Japón, Estonia, Taiwán y Finlandia) utilizan este modelo. En el caso de Japón,

los nombres de las fases han cambiado, pero corresponden en esencia a las 5E. Este modelo se utiliza en las ciencias naturales, ciencias sociales, humanidades, arte, religión y afines.

II. Modelo 6E (Busrke, 2014) con énfasis en la Tecnología e Ingeniería

El modelo 6E fue propuesto por Burke (2014) y está basado en el Modelo del *Biological Sciences Curriculum Study's* (BSCS, sigla inglesa para Estudios de Currículo de Ciencias Biológicas) 5E (Bybee, 1997). Tiene el propósito de maximizar los conceptos de “Diseño e Investigación” y es denominado específicamente *Model ITEEA 6E Learning byDeSIGN™*. En este modelo se enfatiza en la tecnología y la ingeniería de STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* [Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas]). Su proceso consiste en:

1. **Engage:** Se motiva y se genera compromiso del estudiante con la lección.
2. **Explore:** Se explora para responder los interrogantes formulados.
3. **Explain:** Se explica.
4. **Engineer:** Diseñar y modelar. El propósito de esta fase es brindar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar una mayor comprensión del tema del problema mediante la aplicación de conceptos, prácticas y actitudes. Usan conceptos aprendidos sobre el mundo natural y los aplican al mundo creado por el hombre (diseñado). *Engineer* es la fase de aprendizaje en la que los alumnos utilizan la investigación y la integran con los conceptos de ingeniería para tomar decisiones de diseño informadas en sus soluciones. Diseñan soluciones creativas utilizando el diseño, los sistemas, el modelado, los recursos y los valores humanos como base para el desarrollo, la construcción, el refinamiento, la evaluación y el rediseño. “Los materiales utilizados en esta fase están diseñados para intensificar el aprendizaje en matemáticas y ciencias y otras asignaturas del

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

plan de estudios, y capitalizar la naturaleza interdisciplinaria práctica de la ingeniería” (Katehi, 2009, p. 92).

5. **Enrich:** Enriquecer. El propósito de esta fase es brindar a los estudiantes la oportunidad de explorar en mayor profundidad lo que han aprendido y transferir conceptos a problemas más complejos. *Enrich* es la fase durante la cual los estudiantes pueden transferir la comprensión y el propósito a nuevas situaciones y aplicaciones. Entienden y son capaces de utilizar los conceptos “Diseño”, “Modelado”, “Recursos” y “Sistemas” y los aplican a “Valores humanos”, de manera que enriquecen su comprensión y su capacidad para transferir el aprendizaje a nuevas situaciones y problemas.
6. **Evaluar.** Se utiliza la evaluación formativa y la sumativa. La evaluación formativa se utiliza durante cada una de las fases anteriores y la evaluación sumativa, al término de la sesión de clase.

III. Modelo 6E (Kähkönen, 2016)

Además de las 5E se utilizan las 6E en Finlandia, tal como lo señala Kähkönen. A las 5E, se le agregó una fase final denominada “Exchange” [Intercambio]. Esta fase sirve para validar el trabajo de los estudiantes al comunicar y presentar los aspectos más destacados de su trabajo. Y esto es una parte importante y los científicos “realmente” lo hacen. Los estudiantes aprenderán a organizar una feria para exponer sus trabajos. En ese ambiente, los estudiantes reciben preguntas del público, y ellos, usando la lógica y la evidencia, explican y comunican con argumentos científicos.

IV. Modelo 7E (Eisenkraft, 2003)

El autor hace énfasis en la importancia de obtener los conocimientos previos del estudiante para luego construir el aprendizaje. Esto lo condujo a separar la actividad específica de la obtención de los conocimientos previos que se realiza en el Engage [Compromiso] y colocarlo en una fase con nombre propio y al inicio del proceso de instrucción. Eisenkraft a esta nueva

fase lo denominó *Elicit*. Asimismo, otra fase que agregó fue la de *Extend* [extender o difundir el conocimiento adquirido] y la colocó al final del proceso.

1. ***Elicit***: Obtener conocimiento previo.
2. ***Engage***: Compromiso.
3. ***Explore***: Explorar.
4. ***Explain***: Explicar.
5. ***Elaborate***: Elaborar o crear.
6. ***Evaluate***: Evaluar.
7. ***Extend***: Extender. Los estudiantes pueden compartir sus hallazgos con otros o pueden aplicar su comprensión a circunstancias nuevas y desconocidas. Esta fase está dirigida por los estudiantes, aunque los maestros tal vez quieran sugerirles que ingresen a su trabajo en una competencia o que lleven sus exhibiciones a otros lugares fuera de su propia escuela o realicen una feria para exponer sus trabajos. Esta fase es semejante a la fase denominada *Exchange* en Finlandia.

V. Modelo FERAE

La Universidad de Chile, a través de su programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI-Chile), propone el siguiente ciclo de aprendizaje de la indagación, el mismo que es equivalente a las 5E:

1. **Focalización**: Equivalente a conexión o motivación. El docente presenta un tópico y los estudiantes clarifican sus ideas, comparten lo que saben del tópico y expresan lo que desean profundizar. Se genera interés, curiosidad y se promueve la formulación de preguntas.
2. **Exploración**: Equivalente a exploración. Los estudiantes trabajan en pequeños grupos para encontrar respuesta a su pregunta central y discuten sus ideas.
3. **Reflexión**: Equivalente a explicación. En esta etapa, los estudiantes organizan sus hallazgos, discuten, comparten y sustentan sus resultados. La explicación es muy importante en esta etapa.

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

4. Aplicación: Equivalente a elaboración. Utilizan lo aprendido para aplicarlo a nuevos contextos de su vida cotidiana.

5. Evaluación: Se refiere a la evaluación formativa y sumativa.

VI. Modelo CEII para Educación Inicial (*Ontario Ministry of Education*, 2010)

El programa de jardín de infantes de Ontario incluye un breve proceso de indagación para niños pequeños. Las fases del ciclo son:

Fases del ciclo	Descripción	Ejemplo
1. Compromiso	Es la motivación y la presentación del estímulo para despertar curiosidad.	Se los motiva a hacer comederos para pájaros a partir de materiales reciclados, los niños los llenan con semillas y los colocan en el árbol fuera de la ventana de su salón de clases.
2. Exploración	Esta fase consiste en observaciones.	Observan la actividad que se lleva a cabo en cada uno de los alimentadores y registran lo que ven.
3. Investigación	Esta fase contiene actividades para encontrar sentido a las observaciones.	Con el apoyo del maestro y los educadores de la primera infancia, y en base a sus propias observaciones, algunos de los niños hacen cambios a sus comederos y los colocan de nuevo afuera para ver si facilita la tierra de las aves o si comen más semillas.
4. Intercambio	En esta fase los niños presentan y difunden sus trabajos.	Exponen sus experiencias.

Difusión del método instruccional para la indagación en el mundo

El método instruccional para la indagación en Francia

Georges Charpak, ingeniero de minas y físico francés, ganador del Premio Nobel de Física (1992), en una visita que realizó a su colega Leon Lederman (Premio Nobel de Física 1988), se entusiasmó con el programa que promovía Lederman. Este programa de educación científica denominado *Hands On*

“[...] le apasionó de tal manera que hasta su muerte en 2010 lo promovió con verdadero entusiasmo en Francia, y así nació el otro foco de influencia en la enseñanza de la ciencia usando el método ECBI: *La main à la pâte*. En 1996, con el apoyo de la Academia de Ciencias de Francia y el Ministerio de Educación, Charpak dio inicio al programa *La main à la pâte* que en 2012 se convirtió en una fundación de cooperación científica que opera tanto en Francia como fuera de ella” (IANAS, 2017).

El ciclo de aprendizaje para la indagación está basado en las 5E.

El método instruccional para la indagación en Argentina

En el marco del fortalecimiento de las ciencias, el Ministerio de Educación a través de la Subsecretaría de Promoción de Igualdad y Calidad Educativa (SPIyCE) del Gobierno de Córdoba (2014) publicó los detalles del ciclo de aprendizaje en el marco de la indagación científica. A continuación, presentamos sus fases y algunas descripciones muy útiles.

a. Enganche–Enfoque

Estudiante	Profesor
Busca y saca a resaltar conocimientos previos y experiencias relacionadas.	Plantea problemas.
Demuestra interés.	Hace preguntas.

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

Estudiante	Profesor
Demuestra dudas y desbalance cognitivo ante nuevos esquemas.	Revela discrepancias.
Hace preguntas.	Crea desequilibrio o duda con nuevos esquemas.
Identifica problemas por resolver, decisiones por hacer o conflictos por resolver.	Asesora conocimientos previos.

Fuente: SPlyCE del Gobierno de Córdoba (2014).

b. Exploración

Estudiante	Profesor
Crea hipótesis y hace predicciones - discute con otros sus ideas.	Hace preguntas e indaga.
Explora los materiales y recursos - las ideas pueden estar todavía en caos.	Modela cuando es necesario.
Diseña y planifica - plantea - hace preguntas si es necesario.	Ofrece sugerencias.
Colecciona datos en colaboración con otros y refina sus ideas.	Provee recursos.
Construye modelos (físicos y mentales).	Provee retroalimentación.
Busca posibilidades - genera nuevas preguntas e ideas avanzadas.	Evalúa entendimientos y procesos.
Reflexiona y autoevalúa.	-

Fuente: SPlyCE del Gobierno de Córdoba (2014).

c. Explicación

Estudiante	Profesor
Clarifica entendimientos.	Provee retroalimentación.
Comparte entendimiento para adquirir retroalimentación.	Hace preguntas, propone nuevos problemas.
Forma generalizaciones.	Modela o sugiere modelos.
Reflexiona acerca de las posibilidades.	Ofrece explicaciones alternativas.
Busca nuevas explicaciones.	Clarifica o amplía ideas.
Usa varios medios para explicar (arte, escritura, drama, tecnología, etc.).	Evalúa las explicaciones.

Fuente: SPIyCE del Gobierno de Córdoba (2014).

d. Elaboración

“Los estudiantes deben aplicar los conceptos y las habilidades en las nuevas (pero similares) situaciones y el uso de lenguaje académico y las definiciones formales. El maestro recuerda a los estudiantes el uso de explicaciones alternativas y el tener en cuenta los datos existentes y las pruebas a medida que exploran las nuevas situaciones. Estrategias usadas previamente se aplican aquí también, porque los estudiantes deben utilizar la información anterior para hacer preguntas, proponer soluciones y tomar decisiones, experimentar y anotar observaciones” (SPIyCE, 2014).

e. Evaluación

Refiriéndose a la evaluación formativa se señala:

“La evaluación debe tomar lugar durante toda la experiencia del aprendizaje. El maestro observa y escucha atentamente a los conceptos de los estudiantes, sus habilidades y aplicación de nuevos conceptos o cambios de esquema. Los estudiantes de-

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

ben autoevaluar sus aprendizajes. Debe haber preguntas abiertas que ofrecen la oportunidad de dar respuestas basadas en la observación, evidencia, explicaciones previamente dadas, y para desarrollar futuras investigaciones” (SPIyCE, 2014).

El método instruccional para la indagación en Japón

En la evaluación PISA 2015, Japón se ubicó en el segundo lugar a nivel mundial en el área de Ciencias, y a escasos puntos del país que quedó en primer lugar (OECD, 2016). ¿Cómo se lleva a cabo el aprendizaje de la indagación en Japón? ¿Se parece al modelo americano de las 5E? Diríamos que el proceso pedagógico es similar, varían los nombres de las fases, pero el proceso es similar. Al respecto, Linn *et al.* (2000), citados por Oshima y colaboradores (2004), grabaron y analizaron diez lecciones de ciencias en cinco escuelas primarias en la región de Tokio. A partir de su análisis, encontraron las siguientes estructuras secuenciales:

1. Conecte la lección con el interés del estudiante y el conocimiento previo. El maestro generalmente comienza su lección preguntando qué saben los alumnos sobre el concepto central o con actividades diseñadas para que los alumnos consideren realmente el contenido que se debe aprender. Los objetivos de instrucción para este tipo de estructura de actividades son:

- a. Catalizar el interés de los estudiantes en el tema de estudio.
- b. Ayudar a los alumnos a pensar en sus ejemplos de la vida diaria en relación con el tema estudiado.
- c. Obtener los conocimientos previos o conceptos erróneos sobre el fenómeno científico que se va a aprender.

2. Obtener ideas u opiniones de los estudiantes. El profesor pide a sus alumnos que expresen lo que piensan sobre el fenómeno o principio científico que van a estudiar. Esta actividad se utiliza para:

- a. Ayudar a los estudiantes a revisar lo que ya han aprendido.

b. Aclarar en los alumnos sus ideas o expresar sus ideas a través de la escritura o el dibujo.

3. Plan de investigaciones. Los estudiantes, apoyados por su maestro, consideran hipótesis o predicciones sobre el tema de estudio y discuten los métodos de investigación que podrían utilizar para obtener la respuesta. Los maestros intentan:

a. Ayudar a los estudiantes a definir un problema para investigar al analizarlo de manera sistemática.

b. Ayudar a los alumnos a identificar los factores que afectan un fenómeno en el que están enfocados.

c. Evaluar la comprensión de los estudiantes y sus conocimientos sobre el fenómeno científico o hecho que estudiarán.

4. Llevar a cabo la investigación. Los estudiantes conducen experimentos u observaciones para probar sus hipótesis o predicciones. En esta estructura de actividades se espera que los estudiantes aprendan a:

a. Pensar en los procedimientos para probar sus hipótesis o predicciones.

b. Obtener experiencia en el diseño y la realización de experimentos científicos.

c. Adquirir habilidades específicas para realizar experimentos de manera segura y exitosa.

5. Intercambiar información de las investigaciones. Los estudiantes comparten sus hallazgos dentro de sus grupos pequeños o los reportan a toda la clase. En esta estructura de actividades los estudiantes aprenden sobre las ideas y pensamientos de los demás, y relacionan o contrastan sus ideas con las ideas de los demás.

6. Analizar sistemáticamente u organizar la información.

Los maestros sistemáticamente resumen u organizan la información o ideas compartidas por los estudiantes para ayudar a los estudiantes a observar patrones, similitudes o diferencias en pensamientos o hallazgos para que los estudiantes puedan usarlos de manera efectiva para sacar conclusiones.

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

7. Reflexiona y revisa hipótesis o predicciones. Los maestros animan a los estudiantes a reflexionar sobre sus ideas actuales y hallazgos experimentales para ver si sus hipótesis o predicciones anteriores han sido correctas. Pueden alentar a los estudiantes a repetir el experimento para chequear nuevamente sus hipótesis. Esta estructura de actividades está diseñada para:

- a. Ayudar a los estudiantes a tener una idea de sus propios pensamientos y de resolución de problemas.
- b. Extraer posibles conclusiones de los hallazgos de sus experimentos.
- c. Conectar a los estudiantes a sus hipótesis previas.

8. Conexión con lecciones posteriores: identifique preguntas sin respuesta. Los profesores preguntan a los alumnos qué desean pensar, escribir o qué quieren investigar en las lecciones posteriores. Al hacerlo, los maestros hacen que los alumnos conecten la lección actual con las siguientes lecciones de manera coherente, mantengan sus intereses en el tema de estudio y trasladen su participación como solucionadores de problemas de la lección actual al futuro.

9. Presenta y comunica. Elabora el informe y lo comparte y difunde por diversos medios.

Descripción de las fases del Método Instruccional CEE-REE (Modelo Propuesto)

Antes de describir las etapas del método instruccional CEE-REE para la indagación, se debe recordar que las fases de la indagación no son lineales, específicamente a nivel de la fase exploratoria y de explicación. Se darán más detalles después de la presentación de las fases del método instruccional para la indagación:

CONECTAR (motivar, enganchar)

1. En primer lugar, usted debe tener presente cuál es el **aprendizaje esencial** que debe lograr el estudiante (concepto y habilidades que debe lograr).
2. Habiendo presentado ante los estudiantes un hecho o fe-

nómeno natural, proceda a formular la **Gran Pregunta** (*Big Question*). También la pueden formular los estudiantes quienes, con su guía, elaborarán preguntas esenciales investigables tales como “¿Por qué...?”

“Hacer una pregunta (*Big Question*), definir un problema o actuar ante una situación problemática, son formas de enganchar al estudiante. La implementación de esta fase es exitosa si los estudiantes se muestran perplejos y si están motivados a indagar y a aprender. El docente debe crear las reglas y los procedimientos para la actividad; las experiencias de enganche deben ser cortas y simples” (*Centro Mario Molina*, 2018).

3. Observe las respuestas que dan los estudiantes, pues estas constituyen sus **conocimientos previos**. Si el docente no toma en cuenta el conocimiento previo del estudiante puede provocar aburrimiento al presentar contenidos o conceptos ya conocidos, generando en dichos estudiantes indisciplina en el aula y, sobre todo, que se apague en ellos la llama del amor por la investigación y, por ende, el desarrollo del pensamiento de alto orden.

Tabios y Sumida (2005), a partir del trabajo titulado “*A comparative study of the elementary science Curriculum of Philippines and Japan*” [Un estudio comparativo del plan de estudios de ciencias elementales de Filipinas y Japón], recomiendan que las clases de ciencias estén relacionadas con las experiencias de los niños en el medio ambiente y la vida cotidiana, y alentar a los niños a hacer observaciones y experimentos para sus propios fines. El énfasis se pondrá en el desarrollo de los intereses intelectuales de los niños y en la mente inquisitiva hacia la naturaleza y las habilidades para resolver problemas y ver las cosas de manera variada y exhaustiva.

La investigación actual en ciencia cognitiva ha demostrado que obtener entendimientos previos es un componente necesario del proceso de aprendizaje. La investigación también ha demostrado que los aprendices expertos son mucho más adep-

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

tos a la transferencia de aprendizaje que los novatos, y que la práctica en la transferencia de aprendizaje es necesaria para una buena instrucción (Bransford, Brown y Cocking, 2000).

Asimismo, el componente de participación tiene como objetivo captar la atención de los estudiantes, hacer que los estudiantes piensen sobre el tema, formular preguntas en la mente de los estudiantes, estimular el pensamiento y acceder a conocimientos previos. Por ejemplo, los maestros pueden involucrar a los estudiantes creando sorpresa o duda a través de una demostración que muestra un pedazo de acero hundiéndose y un bote de juguete de acero flotando. De manera similar, un maestro puede colocar un cubito de hielo en un vaso de agua y hacer que la clase lo observe flotar mientras el mismo cubito de hielo se coloca en un segundo vaso de líquido. La conversación correspondiente con los alumnos puede acceder a su aprendizaje previo. Los estudiantes deben tener la oportunidad de preguntar e intentar responder: “¿Por qué el barco de juguete no se hunde?”

4. Oriente a los estudiantes en cuanto al camino que deben seguir en la **búsqueda de la respuesta**: ¿Se realizará un experimento? ¿O se harán observaciones? ¿Se revisarán documentos, datos de entrevistas...?

5. Guíe a sus estudiantes a **formular hipótesis** (posibles respuestas a la gran pregunta) y predicciones.

6. Diseñen la **manera con la cual probarán sus hipótesis**. En esta fase, se puede optar por distintas formas que utilizarán para comprobar sus supuestos, por ejemplo:

a. **Trabajar con experiencias concretas** que se conecten con la comprobación de su hipótesis, para ver si es veraz lo que se cree.

b. **Estudiar experiencias realizadas por otros investigadores**. El docente proporciona u orienta a los estudiantes a que busquen (dependiendo de la edad o la temática) algún artículo de investigación o un documento ágil y se formulan algunas preguntas como:

- ¿Qué pregunta ha respondido el autor?

- ¿Cuál es la importancia de conocer la respuesta de la gran pregunta?
- ¿Qué método de estudio han utilizado?
- ¿A qué conclusiones llegó?
- ¿Qué nuevas preguntas pueden surgir después de las conclusiones?

c. Uso del libro de texto. En esta etapa de contactar (motivación) usted podría solicitar que lean el tema de la lección del libro relacionado a la temática de la gran pregunta con el propósito de promover la comprensión de conceptos, solicitarles algunas de estas opciones, entre otras:

- Que elaboren un mapa conceptual y luego redacten un párrafo sobre la base del mapa conceptual.
- Que escriban a un compañero una carta sobre sus impresiones acerca del tema.
- Que elaboren una noticia periodística.
- Que graben un video y transmitan un mensaje sobre el tema y lo difundan entre el grupo. Así tendrán la posibilidad de aprender a comunicar sus ideas.

Evaluación formativa: Recordar que aquí se aplica el diagnóstico de conocimientos previos.

EXPLORAR

Es el momento de buscar las respuestas a las hipótesis, es decir, es el momento de explorar. Con el propósito de utilizar bien el tiempo, sería conveniente que, en las primeras sesiones, se seleccionen las fuentes de información. Después de conocer los criterios de calidad de las fuentes, ya los estudiantes podrían hacerlo solos.

A los estudiantes se les proporciona la oportunidad de construir su propio entendimiento sobre conceptos actuales. En grupos, colaborativamente realizan actividades experimentales utilizando sus saberes y habilidades previas. Adquieren experiencias comunes y prácticas, y construyen sus conceptos y desarrollan sus habilidades. Esto les permitirá estar preparados para adquirir un nuevo lenguaje científico. Los estudiantes ex-

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

ploran las distintas ideas, incluyendo las propias. En esta etapa van desarrollando el pensamiento crítico.

Evaluación formativa: Recordar que aquí se observa y se ayuda a los estudiantes a internalizar y manejar los **conceptos** (esta es la evaluación formativa de los conceptos).

EXPLICAR

El propósito de esta fase es dar a los estudiantes la oportunidad de expresar lo que han aprendido y exponer el significado de lo que ha descubierto del concepto. Esta fase también brinda oportunidades para que los maestros introduzcan directamente un concepto, proceso o habilidad, guiando al estudiante a una comprensión más profunda.

“Los estudiantes explican con sus propias palabras las ideas acerca de un concepto dado, hacen representaciones, comparten con sus pares y comparan. Escuchan la explicación del profesor y juntos construyen ideas más completas y profundas. Las explicaciones deben surgir de una manera ordenada y dar un lenguaje común a las experiencias de exploración. Los estudiantes primero deben dar explicaciones propias y subsecuentemente introducir explicaciones científicas relevantes” (*Centro Mario Molina*, 2018).

En resumen, durante la fase “Explicar” se anima a los estudiantes a:

- Explicar conceptos e ideas (en sus propias palabras).
- Escuchar y comparar las explicaciones de los demás con las propias.
- Participar en las exposiciones de sus compañeros en las que explican su pensamiento a los demás y debaten sus ideas.
- Revisar sus ideas.
- Recordar sus ideas y su comprensión actual.
- Usar etiquetas, terminología y lenguaje formal.
- Comparar su pensamiento actual con lo que pensaban anteriormente.

Evaluación formativa: Recordar que aquí se observa y se ayuda a los estudiantes a adquirir, perfeccionar y aplicar **las habilidades del pensamiento de alto orden** (es la evaluación formativa de las habilidades).

REFLEXIONAR

Esta fase es muy importante en la formación del estudiante. Mediante preguntas guiadoras del maestro, se debe promover que las lecciones obtenidas en las clases encuentren aplicación en su vida personal. Por ejemplo: En la clase para niños “*Aprendo el número 0*”, después de aprender el concepto del **número 0**, el docente pregunta:

- “¿Alguien se ha sentido triste en las últimas semanas?”
- “¿Sabes que la tristeza o la depresión pueden conducir a la persona a sentirse sin valor, es decir, a pensar que tiene el valor de cero?”
- “¿Quién puede cambiar esa situación? ¿Quién nos hace recordar que tenemos un valor grande y que somos muy apreciados por él?”
- “¿Sabes que David se encontró en una situación similar? ¿Qué hizo David para salir de esa situación?”
- “¿Qué debes hacer si en algún momento te encuentras en momentos difíciles?”
- “¿Desean orar por las personas que están tristes para que conozcan el poder de nuestro Dios?”

Es en esta fase cuando se procura profundizar la idea clave que integra la fe con el conocimiento adquirido en clase.

Se presentan a continuación algunos ejemplos según áreas temáticas:

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

CIENCIAS SOCIALES		
Unidad: Poder, autoridad y gobierno		
PREGUNTA INICIAL	IDEA CLAVE	PREGUNTAS DE REFLEXIÓN PERSONAL
¿Cuál es el fundamento de la soberanía de Dios y cómo se compara con la soberanía del gobierno humano?	A diferencia del gobierno humano, el poder, la autoridad y el gobierno de Dios son absolutos y fundamentados en su amor eterno.	¿Has aceptado que Dios dirija tu vida? ¿Qué luchas personales hay en tu vida, en las cuales, con la ayuda de Dios debes salir exitoso?
Unidad: Relación con otros		
PREGUNTA INICIAL	IDEA CLAVE	PREGUNTAS DE REFLEXIÓN PERSONAL
¿Cómo quiere Dios que nos cuidemos y nos relacionemos con los demás?	Dios quiere que tratemos a los demás como él nos trata a nosotros, por ello debemos cuidarnos, para que así podamos cuidar a los demás y compartir nuestra fe con ellos.	¿Estamos cuidando nuestra salud mental, física, espiritual y emocional? ¿En qué aspectos debemos hacer cambios positivos? ¿Podríamos hablar a otros de lo que Dios está haciendo por nosotros en aquellos aspectos en los cuales somos fuertes gracias a Dios?

CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
Unidad: Ciencias de la vida		
PREGUNTA INICIAL	IDEA CLAVE	PREGUNTAS DE REFLEXIÓN PERSONAL
¿Cómo los organismos vivos dan evidencia de Dios como el Diseñador, Creador y Sustentador de la vida?	La complejidad, el orden y el diseño de los organismos vivos proveen fuertes evidencias de Dios como el Diseñador, Creador y Sustentador de la vida.	Las células sanas se comunican unas con otras para crecer en armonía, a diferencia de las células cancerosas que viven aisladas y tienen crecimiento anormal. Solo una comunicación armoniosa con Dios y con nuestro prójimo nos ayudará a crecer integralmente. ¿Te estás comunicando diariamente con Dios? ¿Comunicas tu fe y compartes tu alegría de conocer a Dios a otras personas? ¿Qué debes hacer para tener una mayor comunicación con Dios y testificar por él?

Evaluación formativa: Aquí se observa y se ayuda a los estudiantes a desarrollar y aplicar el pensamiento complejo y reflexivo en la internalización de **valores, principios, actitudes y hábitos cristianos** (evaluación formativa de su desarrollo personal, social y de su relación con Dios).

ELABORAR

Los estudiantes utilizan sus conocimientos para extenderlos hacia aplicaciones diversas. Exploran las implicaciones del concepto o descubrimiento. La SPIyCE (Subsecretaría de Promo-

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

ción de Igualdad y Calidad Educativa) del Gobierno de Córdoba, Argentina, con respecto a las 5E, sostenía que en esta fase de Elaboración o Creación:

“[...] los estudiantes deben aplicar los conceptos y habilidades en las nuevas (pero similares) situaciones y el uso de lenguaje académico y las definiciones formales. El maestro recuerda a los estudiantes el uso de explicaciones alternativas y el tener en cuenta los datos existentes y las pruebas a medida que exploran las nuevas situaciones. Estrategias usadas previamente se aplican aquí también porque los estudiantes deben utilizar la información anterior para hacer preguntas, proponer soluciones y tomar decisiones, experimentar y anotar observaciones” (2014).

Evaluación formativa: Recordar que aquí el docente observa y ayuda a los estudiantes a mejorar y aplicar sus **destrezas** (evaluación formativa de las destrezas).

EVALUAR

Se deben utilizar las estrategias de evaluación no tradicional como: portafolios, evaluación basada en el desempeño, mapas conceptuales, resúmenes, modelos físicos o registros de diario. Estos pueden servir como evidencia significativa del aprendizaje de los estudiantes.

Asimismo, se recomienda que, durante una lección basada en la indagación, la evaluación sea vista como un proceso continuo, donde los maestros hacen observaciones de sus alumnos a medida que estos aplican nuevos conceptos y habilidades. El maestro debe buscar evidencia de que los alumnos han cambiado o modificado su forma de pensar. Los estudiantes también pueden tener la oportunidad de realizar una autoevaluación o evaluación por pares. Sin embargo, la evaluación también puede incluir una experiencia sumativa, como un cuestionario, un examen o una tarea escrita.

En el inglés existen tres términos para establecer diferencias en la evaluación:

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

ASSESSMENT (Evaluación formativa)	EVALUATION	APPRAISE
Apoyo y guía que se da al estudiante para el logro, durante el proceso, de la adquisición de conceptos, habilidades y destrezas.	Es la ubicación que da el docente al estudiante con respecto a los estándares. Ejemplo: Logró, No logró. También se puede utilizar una escala de Likert.	Es la ubicación del aula con respecto a la comunidad en cuanto a sus logros académicos.
Enfoque: Estudiante como individuo.	Enfoque: El estudiante frente a los estándares.	Enfoque: El aula frente la comunidad.

La evaluación se halla en todo el proceso del CEE-REE. Observe:

CEE-REE	Evaluación
Conexión	El docente aplica una evaluación diagnóstica de los conocimientos previos del estudiante con respecto al tema.
Exploración	El docente observa y guía al estudiante hacia la adquisición y el manejo de los conceptos (<i>Evaluación formativa basada en los conceptos</i>).
Explicación	El docente observa y guía al estudiante en el desarrollo, el fortalecimiento y la aplicación de las habilidades del pensamiento en el manejo del tema (<i>Evaluación formativa basada en las habilidades</i>).
Reflexión	Se debe guiar al estudiante para que observe y extraiga lecciones para su vida a partir de la lección aprendida. El estudiante, utilizando el pensamiento complejo, debe observar patrones, modelos, lecciones del tema tratado en clase, y lo debe aplicar en su desarrollo personal.
Elaboración	El docente observa en qué medida sus destrezas son adecuadas para el logro del aprendizaje esperado. Y procede a guiar al estudiante a utilizar óptimamente sus destrezas durante la creación o elaboración del producto u otros resultantes afines que denotan el aprendizaje final del estudiante (<i>Evaluación formativa basada en las destrezas</i>).

El ciclo de aprendizaje CEE-REE para la indagación



Rol y acciones del docente y del estudiante durante la aplicación del Método Instruccional CEE-REE

Se explica lo que debe y no debe realizar el docente o estudiante cuando participa de un plan de lección con el método instruccional CEE-REE.

Tabla 2 - Rol y acciones del docente en el contexto del método instruccional CEE-REE para la indagación

Ciclo de aprendizaje CEE-REE	Rol del docente	
	Consistente con el modelo	Inconsistente con el modelo
Conectar*	• Crea curiosidad. • Genera preguntas. • Obtiene respuestas de los estudiantes que indican lo que saben o piensan sobre los conceptos.	• Explica conceptos prematuramente. • Proporciona definiciones y respuestas. • Expresa conclusiones.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Explorar*	• Anima a los estudiantes a trabajar colaborativamente. • Observa y escucha las interacciones de los estudiantes. • Formula preguntas para reorientar las investigaciones. • Actúa como consultor para los estudiantes.	• Proporciona respuestas concluyentes. • Expone el tema durante la mayor parte del tiempo. • Informa a los estudiantes sobre los errores. • Lleva a los estudiantes paso a paso hacia una solución. • Actúa como única fuente de información.
Explicar*	• Anima y da confianza a los estudiantes cuando explican conceptos y definiciones en sus propias palabras. • Solicita evidencias y aclaraciones a los estudiantes. • Proporciona formalmente definiciones, explicaciones y nuevos términos. • Utiliza las experiencias previas de los estudiantes como base para explicar conceptos.	• No solicita explicaciones de los estudiantes. • Acepta explicaciones que no tienen justificación o evidencias. • Introduce conceptos o habilidades no relacionadas. • Realiza su clase sin un objetivo claro en su mente.
Reflexionar	• Invita a reflexionar y a obtener lecciones para su vida personal y social, y para fortalecer su relación con Dios. • Formula preguntas que apelan al cambio personal.	• Expresa las lecciones y les dice qué hacer. • Habla todo el tiempo.

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

Elaborar*	• Espera que los estudiantes usen términos formales, definiciones y explicaciones proporcionadas previamente. • Alienta a los estudiantes a aplicar o extender conceptos y habilidades en situaciones nuevas. • Refiere a los estudiantes a datos y pruebas existentes y hace preguntas como: “¿Qué sabes acerca del tema?” “¿Por qué piensas eso?”	• Proporciona respuestas definitivas. • Les dice a los estudiantes que están equivocados. • Da clase expositiva. • Lleva a los estudiantes paso a paso hacia una solución. • Explica cómo resolver problemas.
Evaluar*	• Observa a los estudiantes a medida que aplican nuevos conceptos y habilidades. • Evalúa los conocimientos y las habilidades de los estudiantes. • Proporciona a los estudiantes retroalimentación formativa para mejorar su pensamiento o comportamiento. • Permite a los estudiantes evaluar sus propias habilidades de aprendizaje y proceso grupal. • Hace preguntas abiertas tales como “¿Qué sabes acerca de X?” “¿Cómo explicarías X?” “¿Con base a qué evidencia?”	• Aplica un examen de palabras de vocabulario, términos y hechos aislados. • Introduce nuevas ideas o conceptos. • Crea ambigüedad. • Promueve una discusión abierta no relacionada con conceptos o habilidades. • Proporciona solo retroalimentación sumativa, es decir solo evalúa al final. No utiliza la evaluación formativa.

*Fuente: MSOE Center for Biomolecular Modeling. Summary of the 5E instructional model. URL: cbm.msoe.edu/teacherWorkshops/mspResources/documents/day1/5eSummary.pdf

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Tabla 3 - Rol y acciones del estudiante en el contexto del método instruccional CEE-REE para la indagación

Ciclo de aprendizaje CEE-REE	Rol del estudiante	
	Consistente con el modelo	Inconsistente con el modelo
Conectar*	• Hace preguntas como: "¿Por qué sucedió esto?" "¿Qué es lo que ya sé sobre esto?" "¿Qué puedo averiguar sobre esto?" • Muestra interés en el tema.	• Pide la respuesta "correcta". • Ofrece la respuesta "correcta". • Insiste en las respuestas o explicaciones. • Busca una solución.
Explorar*	• Piensa libremente pero dentro de los límites de la actividad. • Prueba predicciones o hipótesis. • Formula nuevas predicciones o hipótesis. • Prueba alternativas y las discute con otros. • Registra observaciones e ideas. • Suspende el juicio.	• Participa pasivamente. • Trabaja silenciosamente con poca o ninguna interacción con los demás. • Se detiene con una solución.
Explicar*	• Explica posibles soluciones o respuestas a otros. • Escucha críticamente las explicaciones de los demás. • Cuestiona las explicaciones de los demás. • Escucha e intenta comprender explicaciones ofrecidas por el maestro. • Se refiere a actividades anteriores. • Utiliza observaciones en sus explicaciones.	• Propone explicaciones sin relación con las experiencias realizadas. • Trae experiencias y ejemplos irrelevantes. • Acepta explicaciones sin justificación. • No atiende a otra explicación plausible.

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

Reflexionar	• Reflexiona y expresa las lecciones que ha obtenido para su vida personal, social y trascendente con Dios. • Reflexiona individualmente.	• No se concentra y expresa los pensamientos de otros.
Elaborar*	• Aplica nuevas etiquetas, definiciones, explicaciones y habilidades en una situación nueva pero similar. • Utiliza información previa para hacer preguntas, proponer soluciones, tomar decisiones y diseñar experimentos. • Extrae conclusiones razonables de la evidencia. • Registra observaciones y explicaciones.	• Ignora información previa o evidencia. • En la discusión, usa solo términos proporcionados por el maestro.
Evaluar*	• Responde preguntas abiertas usando observaciones, evidencia y explicaciones previamente aceptadas. • Demuestra comprensión o conocimiento del concepto o habilidad. • Evalúa su propio progreso y conocimiento. • Hace preguntas relacionadas que podrían alentar futuras investigaciones.	• Saca conclusiones sin usar evidencia o explicación previamente aceptada. • Ofrece solo respuestas "sí" o "no". • Expresa definiciones memorizadas. • No puede expresar explicaciones satisfactorias en sus propias palabras. • Introduce temas nuevos e irrelevantes.

*Fuente: MSOE Center for Biomolecular Modeling. Summary of the 5E instructional model. URL: cbm.msoe.edu/teacherWorkshops/mspResources/documents/day1/5eSummary.pdf

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Tabla 4 - La indagación, el método instruccional CEE-REE y el rol del estudiante en el marco de la nueva generación

Ciclo de aprendizaje CEE-REE	Nuevo (<i>Next Generation Science Standards-NGSS</i>) (Tú lo haces)	Tradicional (Yo lo hago)
Conectar*	Estudiante reflexiona. Estudiante pregunta.	Les digo... Les muestro...
Explorar*	Estudiante plantea problemas. Estudiante desarrolla el modelo. Estudiante recoge datos.	Les doy... Yo demuestro... Ellos miran un modelo...
Explicar*	El estudiante responde: • “¿Cómo has respondido las preguntas?” • “¿Cómo has resuelto el problema?” • “¿Cómo esta evidencia apoya esta afirmación?”	“Les explicaré, escuchén...” “¡Qué has hecho...!” “¿Cómo era...?”
Reflexionar	Conexiones concepto-yo estudiante. El estudiante extrae lecciones para su vida. El estudiante expresa cómo aplicará las lecciones.	Les digo la lección... Les muestro... Hablo de las aplicaciones en su vida...
Elaborar*	Conexiones concepto-mundo.	Leer acerca de... Introducir nueva idea.
Evaluar*	El estudiante reflexiona sobre el proceso de investigación. Propone mejoras en el proceso.	Evaluación de vocabulario. Mantener al día la calificación.

*Fuente: KnowAtom, LLC. 2018.
En: knowatom.com/blog/what-is-the-5e-instructional-model

El método instruccional CEE-REE: De las teorías educativas a la consagración y la acción responsable

El método instruccional CEE-REE se relaciona muy estrechamente con algunas teorías educativas y principios educativos. Ve a continuación:

Tabla 5 - El método instruccional CEE-REE para la indagación y las teorías y propuestas educativas

Método instruccional	Ciclo de aprendizaje experiencial de KOLB	Estilos de aprendizaje (IASD)	Pilares de la educación (UNESCO)	Pensamientos	Conocimiento integral
Conectar	Experiencia concreta	Imaginativo	Aprender a convivir	Pensamiento relacional	
Explorar	Observación reflexiva	Análítico	Aprender a saber	Pensamiento crítico	Conceptos
Explicar	Conceptualización abstracta	Sentido común	Aprender a ser	P. explicativo e inferencial	Habilidades
Reflexionar				Pensamiento complejo. Pensamiento reflexivo	Valores y actitudes
Elaborar	Experimentación activa	Dinámico	Aprender a hacer	Pensamiento creativo	Destrezas
Evaluar					

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Asimismo, el método instruccional CEE-REE se relaciona con la metodología Oppewal, descrita por Knight (2002), una metodología de enseñanza explícitamente basada en la dinámica de la epistemología bíblica. Vea el siguiente cuadro:

Método instruccional	Método instruccional CEC de Oppewal (Knight, 2002:248)	
Conectar	Consideración	Ejemplo: Se pregunta a los estudiantes: “¿Ama Dios a los que no le obedecen?”
Explorar	Elección	Los estudiantes planifican cómo responder la pregunta, dónde encontrar información, cómo distribuir las tareas, etc. Se informan, dialogan, exponen, explican. El maestro los conduce a la reflexión desde “lo que es hacia lo que debería ser”.
Explicar		
Reflexionar		
Elaborar	Consagración	Los estudiantes expresan sus compromisos y planifican acciones de servicio y amor cristiano y redentor. Lo aplican. Comparten sus experiencias.
Evaluar		

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

Rúbrica del método instruccional CEE-REE de la indagación

La siguiente rúbrica se sugiere para evaluar la consistencia de un *Plan de Clase para la Indagación*, utilizando el método instruccional CEE-REE; esta ha sido adaptada a partir de la propuesta del BSCS (2014):

Tabla 6 - Rúbrica para la indagación mediante el uso del método instruccional CEE-REE

ASPECTOS PRELIMINARES			
Características en el plan de lección	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
Los estándares nacionales y los estándares regionales o institucionales se abordan de manera adecuada en el contenido de la lección.			
Las competencias, las habilidades de desempeño, las preguntas esenciales y la idea clave están claras y bien desarrolladas a lo largo de las actividades de la lección.			
Todos los recursos (incluida la referencia del libro, la lista de materiales y las evaluaciones) necesarios para esta lección se incluyen en el plan, y también se incluyen notas sobre cómo reunir o construir materiales, o cómo ponerse en contacto con invitados externos o localizar recursos adicionales.			
La declaración del nivel de desarrollo de los estudiantes es detallada y específica, y señala las habilidades físicas y conceptuales que se esperan y cómo se relacionan con la actividad.			

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

CONECTAR (Motivar, enganchar, comprometer)			
¿Se ajusta la actividad a las características de la fase Conectar?	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
A través de la formulación de una Gran Pregunta (<i>Big Question</i>) o pregunta esencial en el marco de un evento interesante o discrepante que los estudiantes conecten con actividades previas o futuras, el profesor diagnostica los conocimientos previos de sus estudiantes y los ayuda a involucrarse en el aprendizaje de un nuevo concepto.			
La actividad genera curiosidad e interés por el tema.			
La actividad no requiere respuestas ni conclusiones correctas.			
La actividad recuerda a los alumnos que sus ideas pueden cambiar, crecer o expandirse a medida que reúnen pruebas o soluciones tentativas, y así pueden revisar sus ideas en un momento posterior.			
La actividad incluye oportunidades para que los estudiantes reflexionen sobre el uso de las prácticas de los profesionales que laboran en esta disciplina del conocimiento.			
La actividad incluye el quid (núcleo) de la pregunta esencial.			
Este plan de lección describe un problema atractivo que puede ser abordado por todos los tipos de pensamiento requeridos durante la exploración mientras se genera curiosidad.			

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

EXPLORAR			
¿Se ajusta la actividad a las características de la fase Explorar?	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
La actividad proporciona una experiencia común que pueden abordar los estudiantes a pesar de los diferentes conocimientos previos.			
La actividad pide a los estudiantes que hagan una predicción o que planteen una pregunta acerca de un problema relacionado con el concepto principal de la unidad.			
La actividad permite a los estudiantes manipular materiales, documentos o fuentes de información y hacer observaciones.			
La actividad permite la comprensión de los conceptos científicos correctos e intenta descubrir y cambiar los conceptos erróneos.			
La actividad anima a los estudiantes a trabajar en colaboración.			
La actividad incluye oportunidades para que los estudiantes reflexionen sobre el uso de las prácticas de los profesionales que laboran en esta disciplina del conocimiento.			

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

EXPLICAR			
¿Se ajusta la actividad a las características de la fase Explicar?	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
La actividad ofrece a los estudiantes la oportunidad de construir una explicación sólida o una propuesta de solución.			
La actividad permite a los estudiantes examinar las ideas o teorías actualmente aceptadas mientras construyen sus propias explicaciones o soluciones.			
La actividad introduce formalmente definiciones y terminología que se requeriría en la fase de Conectar.			
La actividad incluye preguntas de orden superior para promover que los estudiantes expliquen los conceptos en sus propias palabras.			
La actividad permite obtener evidencias de la comprensión de los conceptos cuando se pide a los estudiantes que sustenten con argumentos sólidos sus ideas.			
La actividad ofrece oportunidades para que los estudiantes desafíen o confirmen sus habilidades, experiencias o soluciones, particularmente si su pensamiento preliminar no era alineado con las ideas, los principios o las teorías actuales.			
La actividad incluye oportunidades para que los estudiantes reflexionen sobre el uso de las prácticas de los profesionales que laboran en esta disciplina del conocimiento.			

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

¿Se ajusta la actividad a las características de la fase Explicar?	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
Proporciona múltiples controles para que los estudiantes demuestren una comprensión continua de los conceptos en formatos escritos, orales y/o gráficos para guiar la instrucción.			
Hay múltiples oportunidades proporcionadas en el plan de lección para que los estudiantes compartan sus descubrimientos utilizando una variedad de formatos, incluida la discusión verbal.			

REFLEXIONAR o aplicar interiormente (implicaciones personales)			
¿Se ajusta la actividad a las características de la fase Reflexionar?	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
Se da tiempo adecuado para reflexionar y aplicar la lección al desarrollo personal.			
Se formulan preguntas formativas y transformativas.			
Los estudiantes se expresan libremente y participan activamente.			

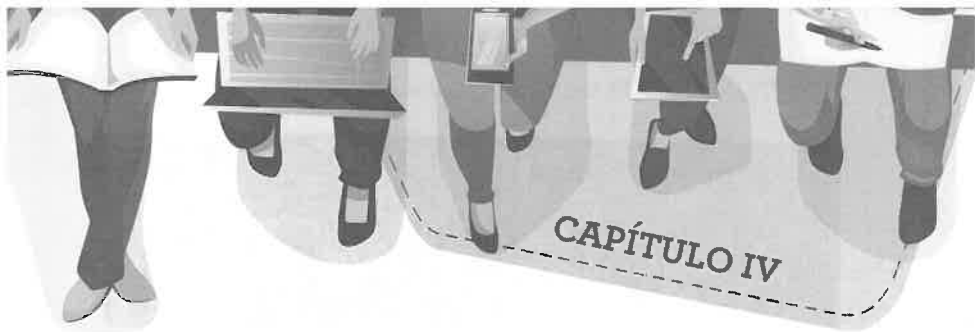
APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

CREAR O ELABORAR			
¿Se ajusta la actividad a las características de la fase Elaborar?	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
La actividad brinda oportunidades para transferir su aprendizaje a un nuevo contexto.			
La actividad brinda oportunidades para que los estudiantes utilicen datos, piensen críticamente sobre los datos y den sentido a los datos.			
La actividad les pide a los estudiantes que consideren explicaciones alternativas o soluciones.			
La actividad incluye oportunidades para que los estudiantes reflexionen sobre el uso de las prácticas de los profesionales que trabajan en esta disciplina del conocimiento.			
La actividad incluye explicaciones formales de cierre por parte del docente.			

CAPÍTULO III – Un método instruccional para la indagación

EVALUAR			
¿Se ajusta la actividad a las características de la fase Evaluar	Sí	No	Evidencia (por ejemplo: página/pregunta/ideas para mejorar).
Las evaluaciones formativas son variadas y cuidadosamente planificadas para proporcionar evidencia extensa de un proceso de evaluación apropiado, con el fin de monitorear la comprensión de los conceptos y las habilidades del estudiante.			
Las estrategias de evaluación formativa están alineadas a los resultados esperados.			
Se permite a los estudiantes demostrar su comprensión y sus habilidades relacionadas con el concepto principal de la secuencia 5E.			
El plan incluye descripciones y copias de las evaluaciones formales e informales de la comprensión y la capacidad de los estudiantes para demostrar la comprensión de un nuevo concepto que está alineado con los objetivos y las normas, y es apropiado para el desarrollo de los estudiantes y el contenido.			

NOTA: Si bien una sesión de clase o plan de lección no tiene que cumplir con todas las características de cada una de las fases del ciclo de aprendizaje expuestas en esta rúbrica, como mínimo debe coincidir con al menos varios de los criterios enumerados anteriormente.



LA INDAGACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La indagación y su relación con el método científico

Considerando los aportes de Asuad y Vásques (2014) y Deiana, Granados y Sardella (2018), la indagación y el método científico están estrechamente relacionados y no son antagónicos. Incluso diríamos que están fusionados, pues la indagación sigue el método científico, aunque no necesariamente en el sentido lineal, y lo más destacable es que da prioridad a lo que sucede en el proceso con los estudiantes: ellos aceptan opiniones, debaten con respeto, planifican juntos la búsqueda de una solución al problema planteado, se esfuerzan por colaborar, se alientan si fallan los experimentos, reconocen los aportes de los integrantes del equipo de investigación, se expresan con libertad, adquieren habilidades y destrezas de investigación.

“La indagación es un proceso que se da en el pensamiento humano desde las primeras etapas de su desarrollo. El niño pequeño que tantea tratando de averiguar a dónde fue a parar su pelota, está haciendo inferencias mediante la indagación” (Camacho, Castilla y Finol, 2008). La indagación es un proceso natural multidireccional que se da en la mente humana en todas las etapas de la vida. El método científico es un proceso intencional unidireccional que utiliza el investigador para probar hipótesis y establecer una teoría o ley científica. Tanto en la indagación como en el método científico se usa el razonamiento lógico inductivo.

La indagación se da en un proceso interactivo de preguntas y respuestas, en donde una pregunta puede ser un detonante

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

para una serie de respuestas, y cada respuesta dará origen a otras preguntas que tendrán también sus propias respuestas, y así sucesivamente. El método científico es el conducto receptor y a la vez selectivo que encausa a las preguntas y respuestas que van surgiendo en el proceso de indagación.

Según Pedaste *et al.* (2015), la indagación es un camino de doble vía y a la vez cíclico flexible, no está sujeto a un esquema lineal de pasos secuenciales a seguir, tampoco está focalizado a comprobar o verificar un hecho o fenómeno hipotético en particular. Entonces, la indagación es la estrategia que permite identificar múltiples variables que serán objetos de investigaciones específicas. El método científico es el camino investigativo de variables específicas, pero que al mismo tiempo usa pequeños y diversos ciclos indagatorios en el análisis de los datos hasta arribar a las conclusiones.

En la labor docente, el proceso de indagación es intrínseco y extrínseco.

Es **intrínseco** cuando el docente o el estudiante observan un hecho y se formulan preguntas a sí mismos de carácter reflexivo, lo confrontan con sus conceptos y teorías, luego las responden y toman decisiones asumiendo nuevos roles y nuevas actitudes.

Ejemplo: un niño a quien llamaremos Fernando observa que un compañero de aula, a quien llamaremos Juan, no acata las normas de convivencia, por el contrario, busca hacer su voluntad e involucrar a sus demás compañeros en dicho comportamiento. A Fernando sus padres le enseñaron en casa a acatar las normas (“teorías”) de convivencia familiar. Al observar el comportamiento de Juan, Fernando confronta las dos posturas, la de Juan y la de las enseñanzas (“teorías”) de sus padres. Decide no seguir el ejemplo de Juan, sino acatar las normas de convivencia del aula, es decir, asume nuevas actitudes.

Es **extrínseco** cuando el docente formula las preguntas para generar respuestas por parte de los estudiantes.

Ejemplo: el docente lleva al aula una cubeta llena de agua, luego toma tres objetos: uno de plástico, uno de madera y otro de metal. Pregunta a los niños: ¿qué ocurriría si suelto cada uno de

los objetos en la cubeta con agua? Cada niño emitirá su respuesta tentativa, algunos posiblemente coincidan en dar la misma respuesta, otros emitirán respuestas diferentes, pero cada uno expresará su respuesta a la pregunta formulada por el docente.

En conclusión, el docente puede usar tanto el proceso intrínseco y como el extrínseco al utilizar la indagación en su labor docente, independientemente del tema que aborde en clase.

La indagación se aplica en todo tipo de investigaciones, ya sean cualitativas o cuantitativas. El método científico se aplica mayormente en investigaciones cuantitativas.

Definición de investigación científica

Sierra Bravo (1998) sostiene que la palabra investigación deriva etimológicamente de los términos latinos *in* (en, hacia) y *vestigium* (huella, pista). Por lo tanto, su significado original es “hacia la pista” o “seguir la pista”, “seguir las huellas”, “buscar o averiguar siguiendo algún rastro” o huella. Añade que “la investigación científica tiene su origen en la curiosidad innata del hombre, que le impulsa a averiguar cómo es y por qué es así el mundo que lo rodea” (Sierra Bravo, 1994). Para Rojas (2013) la investigación es la búsqueda ordenada y coherente de conocimientos, es reflexiva y analítica. Para Kerlinger (2002) la investigación es sistemática, controlada, empírica y de proposición hipotética. A la investigación se la puede definir como la actividad humana orientada a descubrir o comprobar hechos, verdades, resolver problemas siguiendo un camino secuencial con “huellas” que orientan y permiten al investigador llegar y responder sus preguntas investigativas.

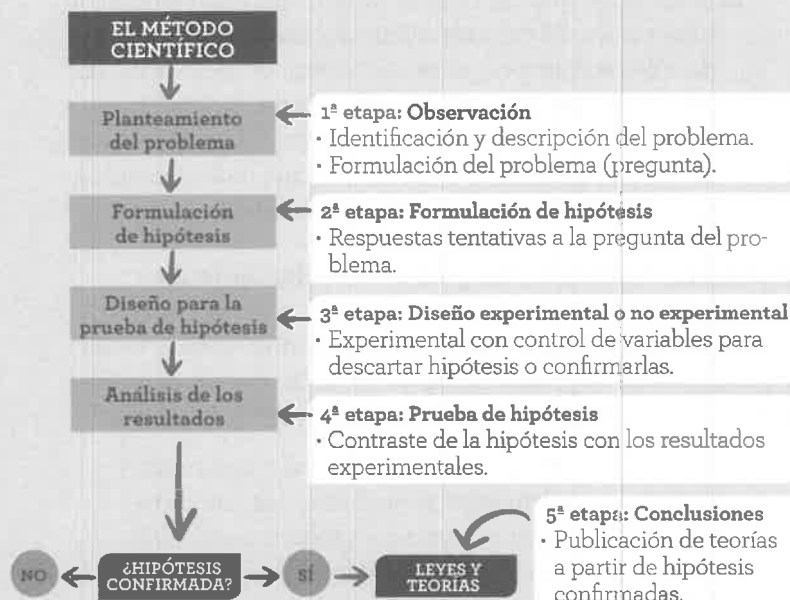
El fundamento epistemológico de la investigación determina su enfoque, es decir, si la investigación se ha de realizar con enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto; y de acuerdo con el enfoque se define el método de investigación. El planteamiento y la ejecución de la investigación, con su respectivo enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto, requieren del uso del pensamiento científico, de un proceso lógico e inductivo.

En la investigación cuantitativa generalmente se formulan hipótesis, se siguen las etapas del método científico en forma se-

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

cuencial hasta probar la validez de las hipótesis o rechazarlas. En la investigación cualitativa no es un requisito la formulación de hipótesis, estas más bien son el resultado de la investigación en sí.

Etapas del método científico



Fuente: adaptado de metodocientifico.net

Para Mario Bunge (2001) el método científico constituye la base del conocimiento científico. Viene a ser la brújula mediante la cual a menudo es posible estimar si se está caminando sobre una huella promisorio para la ciencia. Sostiene que el método científico “no produce automáticamente el saber, pero nos evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos”. Añade que el método científico, aplicado a la comprobación de afirmaciones informativas o hipótesis, se reduce a la experimentación y a la interpretación de los resultados de dichos experimentos.

Por su parte, Alemán (2012) identifica en el método científico dos limitaciones principales que repercuten en la confianza que se puede tener en la ciencia. Estas limitaciones son:

1. *La validez de la inducción*, es decir, la legitimidad de inferir cosas no experimentadas a partir de las experimentadas, ya que los modelos experimentales no podrían contener todos los elementos y condiciones del modelo no experimentado que se intenta entender.
2. *El carácter abstracto de la información obtenida científicamente*. El carácter abstracto exige una capacidad de abstracción por parte del científico para entender correctamente los hechos o fenómenos del presente, a fin de entender hechos y fenómenos del pasado lejano como, por ejemplo, la evolución de una molécula química para convertirse en un orgánulo celular.

El método científico y las posturas evolucionista y creacionista

La etapa de la experimentación en el método científico es muy importante para la prueba de hipótesis. Sobre los experimentos que simulan condiciones primitivas, Veith (2001, p. 66) afirma:

“Todos los aparatos que se usan para determinar la producción de moléculas orgánicas usan un mecanismo para atrapar y retirar los productos acumulados. En el caso de la situación de la tierra primitiva es difícil imaginar un aparato que retirara los compuestos de las condiciones requeridas para formarlas”.

Es decir, usar un modelo experimental actual con el método científico para intentar entender y explicar lo que pudo haber ocurrido hace “millones de años atrás” con la Tierra primitiva es un factor limitante para el método científico, ya que los resultados experimentales solo permiten interpretar y especular, pero no explicar, mucho menos afirmar como una verdad científica.

En este contexto, Ashton (2015, p. 21), hablando sobre la evolución, afirma que “nadie sabe cómo esta trabaja porque nunca nadie la ha observado, la evolución nunca ha sido observada ni en condiciones naturales ni en laboratorio”. Por lo tanto, las interpretaciones de los resultados experimentales de modelos desarrollados en laboratorios de la actualidad no dejan

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

de ser más que interpretaciones, y no constituyen evidencias fehacientes de que tales cosas hayan ocurrido hace millones de años en un pretérito incierto.

De la misma manera ocurre para quienes intentan explicar científicamente el proceso de la creación narrado en la Biblia, en Génesis, en los capítulos 1 al 2:4. Aun cuando en la naturaleza existen leyes que evidencian la imposibilidad de que la Tierra y la vida hayan surgido al azar, sino que esto pudo haber sido el resultado de un diseñador inteligente, es sumamente difícil aplicar el método científico para encontrar explicaciones experimentales que corroboren los hechos narrados en los primeros 35 versículos del libro de Génesis.

En el *Comentario bíblico adventista (CBA)* leemos:

“La singularidad de los actos de la creación, tales como los que se describen en el primer capítulo del Génesis, coloca esta explicación o verificación más allá del ámbito de los procedimientos científicos. El conocimiento acerca de la naturaleza y el tiempo de tales sucesos depende enteramente del testimonio de testigos fidedignos: los de la Revelación. Si se pudiera demostrar que complejas estructuras bioquímicas o biofísicas, de las que dependen organismos vivientes, pudieran evolucionar a partir de formas más simples como resultado de propiedades comunes de la materia, una prueba tal no constituiría una evidencia de que esos seres realmente evolucionaron en esa forma. Tan solo presentaría el proceso de evolución como una posibilidad, además del indispensable fiat de la creación expuesta en la Biblia” (CBA 1:50).

Se concluye que las posturas sostenidas por las corrientes evolucionista y creacionista no constituyen teorías científicas, son simplemente afirmaciones basadas en interpretaciones de resultados obtenidos a través de modelos simulados, para intentar describir lo que pudo haber ocurrido en un pasado muy distante.

Limitaciones del método científico

- El método científico es universal. Es decir, se aplica en todas las sociedades eruditas del planeta.
- Se basa en la duda científica.
- Los diseños y las técnicas de investigación pueden variar de acuerdo con los objetivos de la investigación, de las variables en estudio y del tipo de investigación.
- La medición es una característica importante del método científico; por lo tanto, se deben elegir adecuadamente los instrumentos para este fin.
- La validez de los datos obtenidos dependerá de la confiabilidad, la validez y la objetividad de los instrumentos de medición, y del procedimiento correcto en su aplicación.
- Una investigación realizada con el método científico es replicable en diferentes contextos y produce los mismos resultados confiables y verificables.
- Tiene limitaciones debido a su naturaleza inductiva y por estar orientado a la objetividad, a las ciencias fácticas y a la medición cuantitativa.
- No se puede aplicar al campo metafísico y sobrenatural, al campo filosófico, teológico, axiológico, espiritual, afectivo e histórico.
- Con el método científico no es posible medir ni explicar variables como: la magnitud del amor, el odio, la fe, la esperanza, la alegría y otras.
- Con el método científico no se puede dar validez científica a las afirmaciones sostenidas por las corrientes evolucionistas y creacionistas sobre el origen del universo, la Tierra y las diversidades biológicas. Esto se debe a que los modelos experimentales que se puedan construir con el método científico y las evidencias que se reúnan, están limitados al presente, por lo que resulta imposible que con estos resultados experimentales se pueda explicar lo ocurrido hace miles o millones de años atrás.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Enfoques de investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2010) sostienen que toda investigación se sustenta en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo, los cuales de manera conjunta forman un tercer enfoque: el enfoque mixto.

En esta sección, en forma puntual se verán los tres enfoques antes mencionados y la forma en que los estudiantes de la educación básica pueden aplicarlos, a fin de conceptualizar una investigación científica y desarrollar las habilidades investigativas.

Investigación con enfoque cuantitativo

Las características principales de este enfoque son el análisis causa-efecto y la medición de fenómenos cuyos resultados se expresan en números, de allí que el término “cuantitativo” encierra el concepto de cantidad. Los datos se analizan a través de la estadística descriptiva, y la prueba de hipótesis se realiza con la estadística inferencial.

Galeano (2004) sostiene que la intención de las investigaciones cuantitativas es buscar la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados.

Los principales instrumentos para la recolección de datos en el enfoque cuantitativo son: la encuesta, los cuestionarios de entrevistas estructuradas, los test y los instrumentos de laboratorio en el área de las ciencias fácticas.

Investigación con enfoque cualitativo

Es la investigación que utiliza la recolección de datos e información sin la medición numérica. La información se obtiene a través de entrevistas no estructuradas, respuestas a preguntas abiertas, a través de opiniones, comentarios, sugerencias, imágenes, grabaciones, convivencia comunitaria, reportajes, observaciones *in situ*, etc., sin la necesidad de forzar para convertir a números la información obtenida. Es decir, no sigue un proceso rígido y secuencial.

Hernández y Baptista (2010) señalan que el enfoque cualitativo es referido también como investigación etnográfica, hermenéutica o interpretativa, porque recoge, analiza e interpreta una variedad de información, concepciones, visiones,

opiniones y puntos de vista que no son numéricos. En esta investigación se encuentra la historia ya sea de un país, de una comunidad, de una escuela, de una o más familias, de la religión, de la cultura; las costumbres de un pueblo, las artes, tradiciones y estilos de vida. Las investigaciones realizadas bajo este enfoque no requieren la identificación de variables ni la formulación de hipótesis, estas generalmente son el producto de la investigación.

En el enfoque cualitativo se utiliza más la indagación en sus dimensión intrínseca y extrínseca. Sigue el curso de una secuencia de preguntas y respuestas que van surgiendo en el transcurso del proceso indagatorio, haciendo uso de la observación reflexiva y exhaustiva. El docente que acompaña a sus estudiantes en el proceso indagatorio les está heredando una riqueza de valor incalculable a las mentes juveniles y con el correr del tiempo podrá ver los resultados de su trabajo fiel.

Enfoque mixto

Combina las características del enfoque cuantitativo y del enfoque cualitativo a nivel del uso de los instrumentos de medición de las variables, análisis de datos y otros.

Tipos de investigación

Charaja (2009) sostiene que los tipos de investigación están determinados por criterios como “propósito de la investigación, estrategia de la investigación, amplitud de la población, ámbito de la investigación, naturaleza del problema o tema de investigación”. Carrasco (2009) considera cuatro tipos de investigación: investigación básica, investigación aplicada, investigación sustantiva e investigación tecnológica.

1. Investigación básica

Carrasco (2009) dice que la investigación básica “es la que no tiene propósitos aplicativos inmediatos, solo busca profundizar el caudal de conocimientos científicos existentes”.

La investigación pura o básica está orientada a recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento teórico

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

científico, ya sea descubriendo una nueva ley o principio, o bien verificando las existentes bajo ciertas condiciones o variables. En la investigación pura, el investigador se preocupa por conocer y entender mejor algún asunto o problema, sin preocuparse por la aplicación práctica e inmediata de los nuevos conocimientos que se hayan adquirido con dicha investigación. A manera de ejemplo de este tipo de investigación se cita el caso de un investigador en fitoquímica analítica, quien descubre una nueva planta que contiene en sus hojas una elevada cantidad de hierro. El resultado de esta investigación lo analiza en forma comparativa con los resultados obtenidos en otras plantas, concluyendo que estas otras plantas siempre tienen menor contenido de hierro que aquella recién descubierta. En este caso el investigador se preocupa solamente en saber cuán elevado es el contenido de hierro de la “nueva” planta que ha descubierto en comparación con otras ya conocidas. No se preocupa por saber para qué va a servir ni quienes ni cómo lo podrían utilizar.

Carrasco (2009) presenta como ejemplos al menos cuatro campos de investigación pura: investigación en el campo de la matemática, investigación en el campo de la biología general, investigación en el campo de la filosofía e investigación en el campo de la lógica.

2. Investigación aplicada

Carrasco (2009) afirma que la investigación aplicada está orientada a la solución de problemas prácticos con resultados inmediatos. Se interesa en la aplicación de conocimientos y leyes o principios para la resolución de problemas específicos.

Por ejemplo, un investigador detecta una elevada incidencia de casos de anemia en la población de una comunidad determinada, aun cuando dicha población está bajo control de profesionales en salud y nutrición. Sin embargo, este investigador tiene conocimiento de que otro investigador ha descubierto una nueva planta con un contenido de hierro superior a las plantas conocidas y utilizadas hasta entonces en la alimentación humana. Por lo tanto, estima conveniente incluir esta nueva planta en la alimentación de la población con baja hemoglobina. Elabora un diseño

experimental, lo aplica y, después de cierto tiempo, evalúa los resultados y encuentra que los casos de anemia han disminuido significativamente. Llega a la conclusión de que la nueva planta, suministrada como alimento en las condiciones en que ha sido aplicada a la población, es eficaz para combatir la anemia.

En el ejemplo se puede ver que el investigador que aplica la nueva planta incorporándola en la alimentación espera resultados inmediatos, ya sea a favor o en contra. En este caso, los resultados son favorables al reducir la anemia con la nueva planta que fue descubierta por el especialista en investigación básica.

3. Investigación sustantiva

Carrasco (2009) sostiene que esta investigación se orienta a resolver problemas prácticos y su propósito es dar respuesta objetiva a interrogantes que se plantean en un determinado fragmento de la realidad y del conocimiento. Charaja (2009) afirma que el ámbito de esta investigación “es la realidad social y natural”. Y habla de dos: “investigación sustantiva descriptiva, e investigación sustantiva explicativa” (p. 41).

a. Investigación sustantiva descriptiva

Esta investigación no exige una elevada rigurosidad metodológica. Son estudios de sondeo para formular problemas, deducir hipótesis, sugerir nuevas investigaciones, familiarizar al investigador con el fenómeno que desea estudiar, aclarar ciertos conceptos, establecer prioridades para futuras investigaciones, etc.

En estas investigaciones no se conocen con precisión las variables, puesto que ellas surgen del mismo estudio. Tampoco se plantean hipótesis previas, ya que sirven más bien para definir dichas hipótesis. Generalmente se realizan con enfoque cualitativo.

Ejemplos:

- Investigación para conocer la intención de voto por un candidato preferido en una contienda electoral.
- Investigación para determinar la población infectada con el virus del zika en la ciudad de La Paz.
- Investigación para determinar las plantas con propiedades medicinales que crecen en el bosque de la comunidad “X”.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

- Investigación para determinar el tipo de actividad física más practicada por la población escolar del colegio “Y”.
- Investigación para determinar el hábito de consumo de agua como bebida en los padres de familia de la comunidad “Z”.
- Investigación para determinar la práctica de hábitos espirituales en los estudiantes del colegio adventista de Arica.
- Investigación para conocer los hábitos de lectura en los padres de familia del colegio adventista del Ecuador.

b. Investigación sustantiva explicativa

Yañes (2018) afirma que una investigación explicativa es aquella que tiene como objetivo determinar las causas que originan un fenómeno. Es una investigación, con enfoque cuantitativo, que descubre el por qué y el para qué de un fenómeno. Sostiene que, cuando la investigación intenta determinar las causas de un fenómeno, se trata de una investigación explicativa *post facto*. Kerlinger (2002) habla de las causas en términos de variables independientes, y dice que una investigación *post facto* es no experimental, sistemática, empírica en la cual el investigador “no tiene control directo sobre las variables independientes porque sus manifestaciones ya han ocurrido o porque son inherentes no manipulables”.

Yañes (2018) también sostiene que, si una investigación tiene como propósito investigar los efectos, entonces se está ante una investigación experimental.

Ejemplos:

- Investigación para conocer las causas que han influido en el consumo de tabaco en la población de padres de familia.
- Investigación para identificar las causas que han influido en el consumo de agua como bebida por parte de los padres de familia.
- Investigación para conocer las causas que influyen en el elevado índice de masa corporal de los adolescentes.
- Investigación para conocer los factores determinantes en la desintegración familiar.

4. Investigación tecnológica

Para Carrasco (2009) esta investigación está dirigida a descubrir y conocer qué técnicas son más eficaces o apropiadas para operar y producir cambios, o bien conservar los progresos alcanzados, así como perfeccionar las actividades productivas.

Añade que este tipo de investigación “busca producir cambios cualitativos, mediante la aplicación de nuevos sistemas, nuevos modelos o nuevas técnicas”.

Ejemplos de investigación tecnológica:

- Implementación y desarrollo de nuevos sistemas de enseñanza-aprendizaje, para observar su eficiencia y las mejoras alcanzadas en el año 2020.
- Aplicación del método de indagación en la enseñanza-aprendizaje para observar su eficiencia en los centros educativos de la provincia de Misiones.
- Aplicación de la maquinaria deshidratadora “X” a base de energía solar para evaluar su rendimiento en la deshidratación de fruta.
- Instalación de un sistema de energía eólica en la generación de energía eléctrica para el alumbrado público de la comunidad “Y”.

Diseños de investigación

Diseños no experimentales

Son aquellos cuyas variables independientes carecen de manipulación intencional, y no poseen grupo de control, ni mucho menos grupo experimental. Analizan y estudian los hechos y los fenómenos de la realidad después de su ocurrencia. Damos algunos ejemplos en términos de la pregunta de investigación:

- *Longitudinales o evolutivos*: Son aquellos que el investigador emplea para conocer los hechos y los fenómenos de la realidad, a través del tiempo. Se aplica el test en diferentes momentos en una determinada línea de tiempo.
- **Diseños de tendencia**. ¿Cuántos terremotos anuales se ha tenido durante los últimos veinte años?

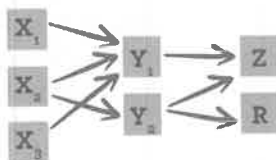
CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

- **Diseño de análisis evolutivo de grupos.** ¿Con qué frecuencia estudiarán la Biblia, durante 10 meses, los estudiantes del quinto grado, a partir de ahora?
- *Transeccionales o transversales.*
 - **Exploratorio:** ¿Con qué frecuencia realizan ejercicios los padres de los estudiantes del sexto grado de primaria?
 - **Descriptivo:** ¿Cuáles son los factores de éxito profesional según los docentes de nuestra escuela?
 - **Correlacionales-causales:** El número de horas que el estudiante pasa en el Facebook ¿se relaciona con el rendimiento académico?

Estos diseños tienen la particularidad de permitir al investigador analizar y estudiar la relación de hechos y fenómenos de la realidad conocidas como variables, para conocer su nivel de influencia de una variable en otra, o bien el grado de relación existente entre las dos variables que se estudia.

Las investigaciones que se realizan con diseños transeccionales correlacionales también son denominadas investigaciones correlacionales.

De acuerdo con Hernández *et al.* (2010), un diseño correlacional causal puede realizarse con dos variables o incluir múltiples variables y formar estructuras más complejas. Las variables causales se designan con la letra X, y las variables efecto, con la letra Y; las variables Z y R también son variables efecto. Veamos el siguiente diseño:



Diseños experimentales

Son los diseños usados en investigaciones experimentales. La investigación experimental es aquella en donde el investigador manipula intencionalmente la variable independiente y

evalúa los efectos de tal manipulación en la variable dependiente. Busca explicar de qué modo y por qué causa se producen los cambios en la variable dependiente cuando es manipulada la independiente. En la investigación experimental se requiere identificar con precisión las variables de estudio; es decir, las variables dependientes, independientes y las intervinientes.

En este grupo de investigaciones están: la investigación básica, la investigación aplicada y la investigación sustantiva explicativa.

El diseño experimental consta de grupos experimentales y grupos control. En los grupos experimentales, el investigador manipula intencionalmente la variable independiente. En el grupo control no se realiza manipulación de variables, y los resultados obtenidos en este grupo se utilizan para comparar los resultados de los grupos experimentales. El grupo control también recibe el nombre de testigo.

Consideraciones para elegir un diseño experimental

Dependiendo del tema de investigación y las variables, se pueden elaborar diferentes diseños experimentales, pero en todos ellos se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Buscar un equilibrio entre lo que se desea investigar y el costo económico que esto representa.
2. Determinar cuáles son las variables de estudio.
3. Determinar los instrumentos de medición y los procedimientos que se han de seguir para la medición.
4. Definir el tamaño de la muestra: esta debe ser representativa. Se debe tener en cuenta que cuanto mayor sea la muestra, menor será el margen de error.
5. Determinar con anticipación los métodos estadísticos disponibles para el análisis de datos y la prueba de hipótesis.

En la asignación de los grupos experimentales y control, siempre se toma en cuenta la aleatoriedad (el azar), a fin de evitar sesgar los resultados. El investigador tiene que aceptar los resultados, sean cuales fueren, aun cuando estos lo lleven a descartar la hipótesis formulada.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Existe más de una forma de elaborar un diseño experimental. A continuación, se describe lo que Carrasco (2009) presenta:

R: Azar o aleatoriedad (*randomization*).

G: Grupos experimentales.

X: Tratamiento o intervención.

Gc: Grupo control.

O: Medición o evaluación con instrumento (laboratorio, test, cuestionario, etc.)

—: Ausencia del estímulo

Esquematización de los diseños experimentales

1. Estudio de caso con una sola medición

Este diseño consta de un solo grupo al cual se aplica el estímulo o tratamiento (manipulación), después se realiza la medición de los efectos en una o más variables.

G X O

Una de las limitaciones de este diseño es que no usa un grupo de comparación o testigo, lo que no permite afirmar con certeza si los cambios son producidos por el tratamiento aplicado.

Ejemplo: en la investigación “Nivel de consumo de bebidas azucaradas y de agua en los estudiantes del primer año/curso de secundaria (G) del colegio A”, antes de iniciar la investigación se percibe que la mayoría de los estudiantes consume bebidas gaseosas azucaradas en lugar de agua. El investigador decide desarrollar un programa informativo (X) durante 30 días sobre los beneficios de reducir el consumo de bebidas gaseosas azucaradas e incrementar el consumo de agua. Al término del programa aplica una encuesta (O) para determinar qué tipo de bebida es la que más consumen los estudiantes, encontrando que el 90 % de los estudiantes prefiere agua en lugar de bebidas gaseosas azucaradas.

En esta investigación se asume que el programa ha contribuido en que el 90 % de los estudiantes consuman agua en lugar de bebidas gaseosas azucaradas; pero no se tiene la cer-

teza de que los resultados se deban exclusivamente a la efectividad del programa, puede ser que existan otros factores que hayan contribuido en la adquisición del hábito de tomar agua por parte de los estudiantes.

2. Diseño de preprueba–posprueba con una sola medición

Este diseño consiste en aplicar a un grupo una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, para luego administrar el tratamiento, y después de ello aplicar la prueba o medición posterior.

$$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

Ejemplo: Se elige el grupo experimental de 20 estudiantes de un aula. A los 20 estudiantes se les mide la presión arterial, luego a todos los estudiantes se les hace correr durante diez minutos (intervención X), finalmente a todos los estudiantes se les mide nuevamente la presión arterial, luego se comparan los resultados y se comprueba si ha ocurrido o no algún cambio en la presión arterial como producto de la intervención o actividad física.

3. Diseño con posprueba únicamente y grupo control

Es un diseño de dos grupos, uno será el grupo control elegido en forma aleatoria.

Al terminar el tratamiento, se aplica una medición tanto al grupo experimental como al control.

$$\begin{array}{l} Ge \quad X \quad O_1 \\ Gc \quad - \quad O_2 \end{array}$$

Ge: Grupo experimental

Gc: Grupo control

O₁: preprueba

O₂: posprueba

4. Diseño con preprueba–posprueba y grupo control

El conjunto que forman la preprueba (O₁) y la posprueba (O₂) se denomina también pretest–postest. En este diseño se aplica la preprueba o pretest tanto al grupo experimental (Ge) como al grupo control (Gc), antes de la intervención o tratamiento (X). El tratamiento experimental se aplica solo al grupo experimental, luego a ambos grupos se aplica o administra la posprueba. De este modo, se analizan los resultados en forma comparativa.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Diagrama (1):

Ge	O ₁	X	O ₁
Gc	O ₂	—	O ₂

Diagrama (2):

Ge ₁	O ₁	X	O ₁
Gc ₂	O ₁	X	O ₂
Gc ₃	O ₁	X	O ₂
Gc	O ₁	—	O ₂

Como se aprecia en el diagrama (2), puede haber varios grupos de control.

Un ejemplo de aplicación del diseño experimental según el diagrama 2 es el trabajo que se realizó en el colegio adventista del Este Paraguay, inspirado en la experiencia que vivió el profeta Daniel junto con sus compañeros en Babilonia, narrado en el capítulo 1 de dicho libro de la Biblia.

El trabajo se realizó con el auspicio de la empresa de seguros médicos “Golden Cros”, la cual subvencionó el costo de los análisis clínicos. Para este estudio, se invitó a 16 estudiantes voluntarios que vivían en la residencia del colegio y a 8 estudiantes que vivían en sus casas. A los estudiantes que vivían en las residencias del colegio se los organizó en dos grupos, A y B, de 8 estudiantes cada uno; y al grupo de estudiantes externos que vivían en sus casas se lo denominó grupo C.

Se definieron los tratamientos:

- Alimentación ovolactovegetariana (X_1), suministrado por el colegio a todos los estudiantes que vivían en la residencia.
- Alimentación vegetariana pura (X_2) suministrada por personal del colegio con conocimiento del régimen que incluye nueces, legumbres, frutas y verduras, sin carne, leche, huevos ni azúcar.
- Alimentación omnívora (X_3), sin restricción alguna.

Por criterio del equipo encargado de la investigación, se decidió que el grupo control (Gc) sería el grupo de estudiantes externos que vivían en sus propios hogares y no tenían ninguna indicación acerca de lo que debían consumir o abstenerse. De los grupos A y B se definió en forma aleatoria (R) el grupo que recibió la dieta vegetariana pura y el grupo que recibió la dieta ovolactovegetariana.

A los tres grupos de estudiantes se les aplicó la preprueba o pretest (O₁), que consistió en un hemograma, donde se evaluó el nivel de hemoglobina y de hematocritos; también se realizó el perfil lipídico: colesterol total, colesterol HDL y colesterol LDL, triglicéridos, glucemia, y ácido úrico en sangre.

El tiempo de aplicación del tratamiento fue de diez días. Al término de los diez días nuevamente se hizo la evaluación, postest (O₂), con los mismos indicadores del pretest. Finalmente se compararon los resultados, encontrándose que los estudiantes que recibieron la dieta vegetariana pura tenían indicadores con parámetros normales, a diferencia de los estudiantes que recibieron la dieta ovolactovegetariana y la dieta omnívora, en quienes se encontraron que los indicadores de triglicéridos, colesterol total, HDL, LDL y ácido úrico estaban fuera de los parámetros normales.

5. Diseño de bloques aleatorios

Este es un diseño muy apropiado para investigaciones agronómicas y también para ciencias biomédicas. Consiste en determinar en forma específica las variables de estudio; luego se definen los tratamientos y, con estos, se esquematiza el diseño aleatorio.

Tomemos como ejemplo otro caso realizado por un equipo de estudiantes del colegio adventista del Este Paraguayo. Se decidió determinar las diferencias de producción de lechuga (*Lactuca sativa* L) (Y) expresada en masa y longitud de cada planta, usando cuatro tipos de sustratos (X) designados con las letras A, B, C, T. La letra T se asignó al grupo control o testigo. Para cada sustrato se prepararon cuatro parcelas, teniendo en total 16 parcelas organizadas en cuatro bloques:

BLOQUES			
I	II	III	IV
C	A	T	B
B	T	A	C
A	B	B	T
T	C	C	A

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Las parcelas se asignaron en cada bloque en forma aleatoria (R). Todas estuvieron bajo las mismas condiciones de temperatura ambiental, insolación, humedad relativa, frecuencia de riego, cantidad de sustrato, tiempo de crecimiento y desarrollo de la planta desde la siembra de la semilla hasta la cosecha. La diferencia estuvo en el tipo de sustrato, tres sustratos manipulados de manera intencional por el equipo investigador, cada uno con una fórmula de composición diferente:

- Sustrato “A” compuesto por 50 % de suelo franco, 30 % de estiércol de gallina, 20 % de celulosa de semilla de arroz.
- Sustrato “B” compuesto por 50 % de suelo franco, 30 % de estiércol de vacuno, 20 % de celulosa de semilla de arroz.
- Sustrato “C” compuesto por 50 % de suelo franco, 30 % de estiércol de caballo, 20 % de celulosa de semilla de arroz.
- El cuarto sustrato tipo (T) compuesto por el 100 % de suelo franco, no se realizó ninguna manipulación.

Las variables en la investigación

Las variables de investigación son conceptos abstractos que expresan cualidades, propiedades o características de personas o cosas en estudio que varían de un sujeto a otro, o en un mismo sujeto en diferentes momentos. Con frecuencia en los trabajos de investigación, con enfoque cuantitativo, se distinguen cuatro tipos de variables: variables independientes (VI), variables dependientes (VD), variables controladas (VC) y variables intervinientes (Vin).

Variables	Definición	Se utiliza el mismo ejemplo descrito en diseño de bloques aleatorios (p. 86)
Variables independientes (VI)	Son aquellas que el investigador modifica a voluntad para averiguar si sus modificaciones provocan o no cambios en las otras variables dependientes.	La variable independiente es el tipo de sustrato (A, B, C, T).

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Variables dependientes (VD)	Son las que toman valores diferentes en función de las modificaciones que sufren las variables independientes.	La variable dependiente es producción de lechuga expresada en masa y longitud de la planta.
Variables controladas (VC)	Son las variables que el investigador controla de manera intencional con la finalidad de mantenerlas en condiciones constantes durante la intervención. Si no se controlaran estas variables, los resultados de la investigación podrían ser no fiables.	Las variables controladas son: cantidad de sustrato, frecuencia de riego, tiempo de crecimiento y desarrollo de la planta desde la siembra de la semilla hasta la cosecha.
Variables intervinientes (Vin)	Son aquellas que escapan del control del investigador. Intervienen muchas veces en la investigación modificando los resultados de una intervención, pero dicha modificación es mínima. En una investigación experimental se busca que el número de estas variables sea el menor posible, de este modo las influencias que escapan del control del investigador también serán menores. La presencia de variables intervinientes hace que en cada trabajo de investigación se acepte un margen de error determinado estadísticamente. Los errores pueden ser sistemáticos o bien visuales. Se llaman errores sistemáticos cuando corresponden a los instrumentos de medición, y errores visuales cuando se los atribuye al investigador, quien muchas veces por falta de experiencia no logra observar ni analizar los resultados en forma exhaustiva.	Las variables intervinientes en este caso son: temperatura ambiental, período de insolación, humedad relativa.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

El proceso de la investigación científica

La observación

La práctica de la observación es permanente en el investigador. Comienza con la indagación en forma multisensorial, con múltiples preguntas y respuestas hasta que focaliza el problema y el tema de investigación. La observación es sensorial y también sistemática.

- **Observación sensorial:** Es aquella que el investigador realiza utilizando sus sentidos. A través de los sentidos es como el investigador percibe la situación problemática y su contexto.
- **Observación sistemática:** Es aquella que el investigador realiza utilizando instrumentos previamente validados y/o calibrados de acuerdo con baremos y estándares universales. Como ejemplo, tenemos la medición de la temperatura que se realiza y observa con un instrumento llamado termómetro; también tenemos la medición de la presión arterial que se mide y observa con tensiómetro. Otros instrumentos de observación sistemática son: test o pruebas, cuestionarios, entrevista estructurada, encuestas y otros.

La observación es permanente a lo largo de todo el proceso investigativo.

El problema de investigación

Identificación y descripción de la situación problemática

El planteamiento del problema se realiza mediante una descripción de la situación actual problemática. Es un texto que identifica y describe cuál es la situación actual no deseada, o cuál es el hecho problemático, o el fenómeno que se quiere conocer, o las relaciones de causa-efecto que se desean establecer.

Luego se debe señalar cuál es la situación deseada, o las situaciones que se deben mejorar. Y a partir de esto se debe indicar qué se propone realizar para llegar a la situación deseada.

Ejemplo: El docente presenta a los estudiantes fotos o videos sobre la obesidad en la comunidad. Y pregunta: “¿Cómo desean verse dentro de diez años los miembros de nuestra comuni-

dad?" (situación deseada); "¿Qué cosas están haciendo que ponen en riesgo la salud de su cuerpo?" (situación actual); "¿Están dispuestos los miembros de la comunidad a adquirir hábitos saludables?" (propuesta a probar: estudio de actitudes hacia determinados hábitos saludables).

Formulación del problema de investigación

El problema se formula en forma interrogativa, por lo que también se denomina pregunta de investigación. En torno a esta pregunta gira toda la investigación.

Con el propósito de orientar el proceso de la formulación del problema, Charaja (2009), Mercado y Montesinos (2008) proponen una estructura general para su formulación. Sostienen que el problema tiene diferentes elementos, dependiendo del enfoque de la investigación. Estos elementos son: el concepto o variable, unidad de análisis o población, delimitación organizacional, delimitación espacial o lugar de estudio y delimitación temporal o tiempo. La delimitación organizacional se refiere a la entidad en donde se realiza la investigación.

Ejemplos:

- **Problema descriptivo:** ¿Cuáles son las actitudes hacia el ejercicio físico de los pobladores de Trujillo en el año 2019?
- **Problema correlacional:** ¿Hay relación entre las actitudes hacia el ejercicio físico y la edad en los pobladores de Trujillo en el año 2019?

Formulación del objetivo de investigación

Se describen los pasos que se darán y que ayudarán a resolver el problema planteado a nivel general y a nivel de los problemas específicos.

Ejemplo:

Objetivo de investigación descriptiva	Determinar cuáles son las actitudes hacia el ejercicio que tienen los pobladores de Trujillo, año 2019.
Objetivo de investigación correlacional	Determinar si las actitudes hacia el ejercicio se relacionan con la edad que tienen los pobladores de Trujillo, año 2019.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Revisión de la literatura: obtención de conocimientos previos

Desde el enfoque de la indagación, se promueve que el estudiante amplíe sus habilidades para buscar, seleccionar y obtener información pertinente al tema de investigación. Asimismo, el estudiante debe aprender a realizar paráfrasis o expresar citas directas para sustentar las ideas. También debe tratar de encontrar respuestas que deben ser probadas o contrastadas con la realidad.

Los estudiantes deben recolectar información según el problema general y los problemas específicos que se hayan establecido. Una tabla como la siguiente podría ayudar mucho:

Problema: ¿Qué factores se relacionan con la actitud positiva hacia los ejercicios físicos?		
¿Qué conozco del tema?	¿Qué desearía saber?	¿Qué información he obtenido y dónde?
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.

Ejemplos en la formulación del problema, objetivos e hipótesis

Formulación del problema para una investigación descriptiva:

Estructura de la formulación del problema:

$$Pg = Fp(1) + P + O + L + T$$

(*) El lugar y el año se incluirán si es que son elementos importantes en la unidad de análisis.

Pg = Problema general

Fp = Forma de pregunta

1 = Variable

P = Unidad de análisis (población)

O = Delimitación organizacional (no se da en todos los casos)

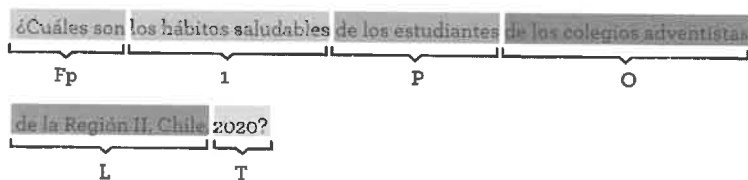
L = Delimitación espacial (lugar) (*)

T = Delimitación temporal (tiempo / año) (*)

Se presenta la estructura de la formulación de problema con dos ejemplos:

Ejemplo 1: Título de investigación: *“Hábitos saludables de los estudiantes de las instituciones educativas adventistas de la Región II, Chile, 2020”*. Aquí el lugar es importante porque delimita el ámbito geográfico de la investigación. Por lo tanto, este es un elemento que debe estar especificado en la formulación del problema. El año también es un elemento importante, porque en los siguientes años los hábitos saludables de la población pueden cambiar.

Estructura del problema:

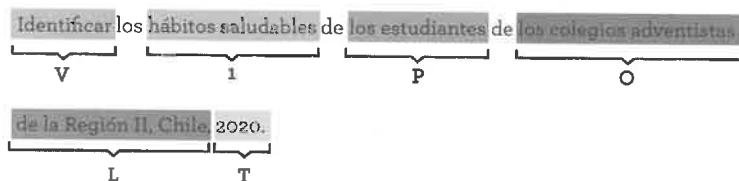


Estructura del objetivo:

$$Og = V(1) + P + O + L + T$$

(*) El lugar y el año se incluirán si es que son elementos importantes en la unidad de análisis.

- Og** = Objetivo general
- V** = Verbo en infinitivo
- 1** = Variable
- P** = Unidad de análisis (población)
- O** = Delimitación organizacional (no se da en todos los casos)
- L** = Delimitación espacial (lugar) (*)
- T** = Delimitación temporal (tiempo / año) (*)



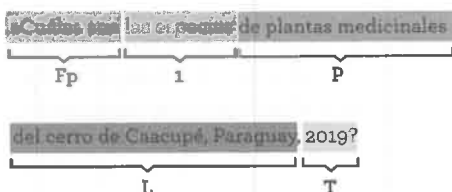
Objetivo: Identificar los hábitos saludables de los estudiantes de los colegios adventistas de la Región II, Chile, 2020.

Ejemplo 2: Título de la investigación: *Inventario de plantas medicinales del cerro de Caacupé, Paraguay, 2019*. Aquí también la delimitación espacial como la delimitación temporal

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

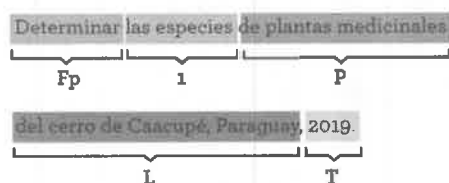
son importantes para la investigación; porque puede ocurrir que en los siguientes años la población de plantas medicinales en el cerro de Caacupé varíe.

Estructura del problema:



En este caso no está identificada la dimensión organizacional (O).

Estructura del objetivo:



Objetivo: Determinar las especies de plantas medicinales del cerro de Caacupé, Paraguay.

Formulación del problema para investigación experimental:

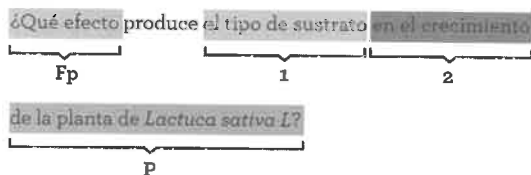
Ejemplo: Título de la investigación: *Tipos de sustrato y su efecto en el crecimiento de la planta de Lactuca sativa L.*

Estructura del problema:

$$Pg = Fp(1 + 2 + P + O + L + T)$$

- Pg = Problema general
- Fp = Forma de pregunta
- 1 = Variable independiente
- 2 = Variable dependiente
- P = Unidad de análisis (población)
- O = Delimitación organizacional (no se da en todos)
- L = Delimitación espacial (lugar)
- T = Delimitación temporal (tiempo)

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN



En este caso no se está considerando la delimitación espacial, la delimitación organizacional y la delimitación temporal. No son elementos que tengan una relación sumamente importante para la unidad de análisis.

Estructura del objetivo:

El *objetivo general* debe guardar relación estructural y semántica con el problema general; su relación debe responder a la siguiente fórmula:

$$Og = V(1 + 2 + P + O + L + T)$$

(*) En la formulación de los objetivos se deben considerar los mismos criterios que se han considerado en la formulación de los problemas para incluir los elementos O, L, T.

Og = Objetivo general

V = Verbo en modo infinitivo

1 = Variable independiente

2 = Variable dependiente

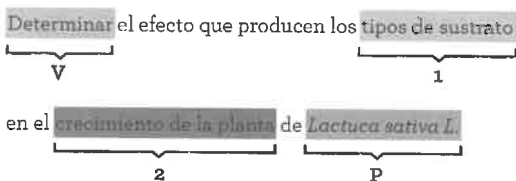
P = Unidad de análisis (población)

O = Delimitación organizacional

(no se da en todos) (*)

L = Delimitación espacial (lugar) (*)

T = Delimitación temporal (tiempo) (*)



Formulación del problema para investigación correlacional

Las variables en una investigación correlacional no se denominan variable independiente ni variable dependiente, sino simplemente variable 1 y variable 2, variable *n*. Esto se debe a que no depende una de la otra, pero sí pueden tener otro tipo de relación entre ellas. La relación puede ser de asociación, relación directa, relación inversa o puede que simplemente no exis-

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

ta relación alguna entre ellas. Los elementos que constituyen la estructura de un problema correlacional son:

$$Pg = Fp(1 + E + 2 + P + O + L + T)$$

Pg = Problema general

Fp = Interrogante

1 = Variable 1

E = Enlace o relacionante

2 = Variable 2

P = Unidad de análisis (población)

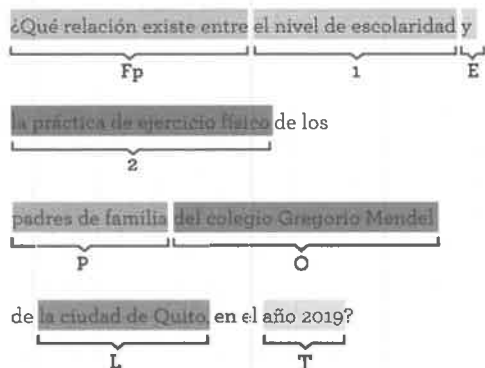
O = Delimitación organizacional
(no se da en todos)

L = Delimitación espacial (lugar)

T = Delimitación temporal (tiempo)

Ejemplo: Título de la investigación: *Nivel de escolaridad y la práctica de ejercicio físico de los padres de familia del colegio Gregorio Mendel de la ciudad de Quito, año 2019.*

Estructura del problema:



En este caso, la delimitación temporal sí es importante para la unidad de análisis de la investigación, porque la relación existente entre variables 1 y 2 puede ser diferente en el año 2020 y en los años sucesivos.

Estructura del objetivo:

$$Og = V(1 + E + 2 + P + O + L + T)$$

Og = Objetivo general

V = Verbo en modo infinitivo

1 = Variable 1

E = Enlace o relacionante

2 = Variable 2

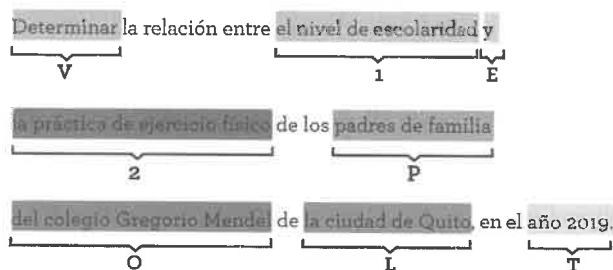
P = Unidad de análisis (población)

O = Delimitación organizacional

(no se da en todos)

L = Delimitación espacial (lugar)

T = Delimitación temporal (tiempo)



Formulación de hipótesis

La hipótesis es la respuesta tentativa al problema que se ha formulado en forma de pregunta. Se plantean con mayor frecuencia en investigaciones con enfoque cuantitativo. Se formulan conservando la coherencia con el problema formulado. Su estructura posee esencialmente los siguientes elementos: variables, unidades de análisis, término de relación o enlace lógico. Este último establece la relación entre las variables y las unidades de análisis.

Hipótesis para investigación experimental

Estructura de la hipótesis:

La estructura establece una relación entre la variable independiente y la variable dependiente, respecto a la unidad de análisis.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

$$Hg = (1 \rightarrow 2 + P + O + L + T)$$

(*) Estos elementos también se usan en la formulación de hipótesis, con los mismos criterios de inclusión; usados en la formulación del problema y objetivos.

Hg = Hipótesis general

1 = Variable independiente (VI)

C = Elemento condicionante de medición

2 = Variable dependiente (VD)

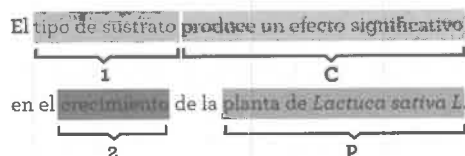
P = Unidad de análisis (población)

O = Delimitación organizacional
(no se da en todos) (*)

L = Delimitación espacial (lugar) (*)

T = Delimitación temporal (tiempo) (*)

Ejemplo: Título de la investigación: *Tipos de sustrato y su efecto en el crecimiento de la planta de Lactuca sativa L.* Su hipótesis:

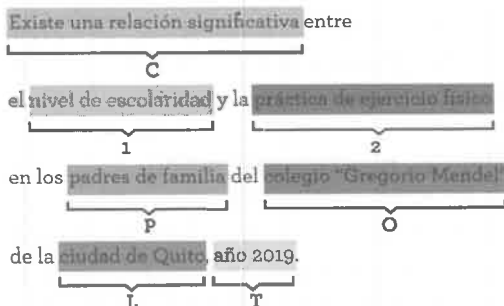


Se puede observar que la estructura de la hipótesis establece una relación entre la variable “tipo de sustrato” con la variable “crecimiento”, de la unidad de análisis que es la “planta de lechuga”.

Hipótesis para investigación correlacional:

Ejemplo: Título de la investigación: *Nivel de escolaridad y la práctica de ejercicio físico de los padres de familia del colegio Gregorio Mendel de la ciudad de Quito, año 2019.*

Estructura de la hipótesis



Aquí se establece la relación entre la variable “nivel de escolaridad” y la variable “práctica de ejercicio físico” en las “unidades de análisis” que son los padres de familia.

Diseño para la prueba de hipótesis (ver diseño de investigación, p. 80)

Se elige el diseño que corresponde al enfoque y el tipo de investigación. Puede ser para una investigación descriptiva, correlacional o bien experimental.

Análisis de resultados

Con los resultados se crean bases de datos en forma ordenada, sin perder de vista los objetivos de la investigación.

Una vez creada la base de datos se procede al procesamiento y al análisis respectivo. Se hace uso de la estadística descriptiva, en donde se utilizan tablas, figuras estadísticas, medidas de posición como los cuartiles, las de tendencia central como la media aritmética, la moda, la mediana, para describir los resultados de acuerdo con las variables, ya sean cualitativas o bien cuantitativas. Los resultados obtenidos se confrontan con el problema formulado, los objetivos y las teorías que conforman el marco teórico.

Para la prueba de hipótesis se utiliza la estadística inferencial, habiendo previamente establecido un sistema de hipótesis que incluye la hipótesis nula (ver la sección denominada prueba de hipótesis).

Conclusiones

Las conclusiones se elaboran en coherencia con los objetivos de la investigación, el análisis estadístico y la prueba de hipótesis.

Se redacta el informe de investigación siguiendo el formato de redacción científica. Para humanidades es el formato de la *American Psychological Association* (APA).

La unidad de análisis en una investigación

Es el centro de interés de la investigación. Las unidades de análisis constituyen “qué” o “quiénes” son los objetos, los sujetos, personas, organizaciones, comunidades, situaciones, eventos, etc., sobre los que se va a investigar (Hernández & Baptista, 2010).

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Ejemplos:

Caso 1: Se desea investigar qué piensan los varones y las mujeres estudiantes del último año de estudios de la educación secundaria sobre la práctica del aborto terapéutico. En este caso, la unidad de análisis la constituyen los varones y las mujeres que cursan el último año de estudios de la educación secundaria.

Caso 2: Se desea saber si los hábitos alimentarios producen una variación en el índice de masa corporal (IMC) de los estudiantes de la educación secundaria. Aquí las unidades de análisis las constituyen los estudiantes de educación básica elegidos para el estudio, a quienes se les preguntará sobre sus hábitos alimentarios y también se les evaluará su índice de masa corporal.

Caso 3: Se desea saber la acidez de la orina de un grupo de estudiantes de educación secundaria considerando el tipo de alimento, ya sea de origen animal o vegetal, ingerido en las últimas seis horas. Aquí la unidad de análisis está conformada por el grupo de estudiantes, a quienes se evalúa la acidez de su orina en función de sus hábitos alimentarios.

Caso 4: Se desea conocer qué plantas de importancia económica existen en una determinada reserva nacional. En este caso, las unidades de análisis son las plantas de importancia económica que existen en la reserva nacional.

Caso 5: Se desea conocer las actitudes de servicio misionero voluntario de los estudiantes de un colegio adventista después de haber participado en un programa de servicio de voluntariado en una comunidad en el interior del país. En esta investigación, la unidad de análisis la constituye el grupo de estudiantes que participaron en el programa de voluntariado y que fueron elegidos para el estudio.

Caso 6: Se desea saber la producción de “lechuga” *Lactuca sativa L.*, usando tres tipos diferentes de sustratos. Las unidades de análisis las constituyen cada una de las plantas de “lechuga”, cuya producción se medirá en masa y longitud, producidas en los diferentes tipos de sustrato.

El marco teórico

El marco teórico es la fundamentación teórica del problema de investigación y sus variables. Es la ubicación del problema dentro de un cuerpo de conocimientos. Cuando surge la idea del tema que se desea investigar y se identifica el problema de investigación, es el momento para revisar de manera intencional todas las fuentes que traten sobre el problema identificado. Es el momento para investigar las teorías que sirven de argumentos en la sustentación del problema y sus variables. La redacción del marco teórico se realiza citando la fuente de acuerdo con el formato de redacción científica. Para el caso de las ciencias sociales y humanísticas se usa el formato APA (*American Psychological Association*).

Para tener una idea más exhaustiva del marco teórico, se recomienda al docente, revisar diversos documentos de disponibilidad sobre el formato APA que se encuentran en Internet. Como ejemplos, se citan los siguientes:

1. Qué es un marco teórico:
redalyc.org/articulo.oa?id=25914108
2. La construcción de un marco teórico:
redalyc.org/articulo.oa?id=376140388011
3. El marco teórico en la investigación educativa:
redalyc.org/articulo.oa?id=475748670010
4. La elaboración del marco teórico versus la ilusión:
redalyc.org/articulo.oa?id=31602807
5. El marco teórico en la salud:
redalyc.org/articulo.oa?id=21431239009

Población y muestra

Población

La población es el conjunto de todos los elementos o unidades de análisis que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación (Carrasco, 2009).

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Cuando se conoce la totalidad de elementos o unidades de análisis que conforman una población, se dice que una población es finita; y cuando no se conoce esta totalidad de elementos, se denomina población infinita.

EJEMPLOS	POBLACIÓN
Todos los estudiantes varones y mujeres del último año de estudios de la educación secundaria de uno o más colegios.	Finita
Todos los estudiantes de educación secundaria de uno o más colegios.	Finita
Todos los estudiantes de educación básica de una provincia.	Finita
Número de plantas de importancia económica de un parque o reserva nacional.	Infinita. Imposible conocer con exactitud la totalidad de plantas.
Número de pingüinos de la Antártida.	Infinita. Imposible determinar con exactitud el número de pingüinos existentes.
El número de coleópteros existentes en un bosque.	Infinita

Muestra

La muestra es un subgrupo o subconjunto representativo y adecuado de la población. Es representativa porque posee las características esenciales de la población. Es adecuada porque su tamaño es técnicamente proporcional al tamaño de la población.

Una muestra puede ser: probabilística o bien no probabilística.

- **Probabilística:** cuando todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos para conformar la muestra.
- **No probabilística:** porque la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación, de los objetivos de la investigación y de la contribución que se piensa hacer con ella. Por lo tanto, responde

a criterios que debe definir el investigador o equipo de investigadores para determinar quiénes pueden o no pueden conformar la muestra de estudio.

Requisitos de una muestra

- Poseer las mismas características de la población. Es decir, ser representativa.
- Seleccionarse con procedimientos y técnicas basadas en reglas estadísticas y matemáticas.
- Ser directamente proporcional al tamaño de la población, en otras palabras: ser adecuada.
- Que el error muestral esté dentro de los límites y estándares permitidos.

Determinación del tamaño de muestra

El tamaño de la muestra depende de las decisiones estadísticas, considerando si se conoce o desconoce el tamaño de la población.

- **Muestra (n):** Es una parte representativa de la población, que objetivamente tiene todas las características de esta.
- **Nivel de confianza (Z):** Representa porcentualmente el límite de confianza necesario para generalizar a toda la población los resultados de la investigación obtenidos a nivel de la muestra.

Tabla 7 - Niveles de confianza y factores de distribución (Z): Carrasco Díaz

Nivel de confianza (%)	Factor de distribución (Z)
90	1,64
91	1,7
92	1,75
93	1,81
94	1,88
95	1,96
96	2,05
97	2,17
98	2,33
99	2,58

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

- **Probabilidad de éxito, o proporción esperada (p):** Es el grado de certeza expresado en porcentaje que se tiene sobre la eficacia de los instrumentos de investigación, la certeza de que los instrumentos han sido respondidos adecuadamente.
- **Probabilidad de fracaso (q):** Es el grado de certeza que se tiene, respecto a que los instrumentos de investigación no han sido respondidos adecuadamente.
- **Margen de error (e):** Representa el error máximo admisible en términos de proporción para que los resultados sean generalizados a toda la población.

Para calcular el error (e) se resta a 100 % el nivel de confianza, que para el caso del ejemplo es 95 %. Operativamente se tendría así:

$$e = 100 \% - 95 \% = 5 \%$$

$$\text{también sería: } e = 1,00 - 0,95 = 0,05$$

Cálculo del tamaño de muestra de una población finita

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

En donde:

N = tamaño de población

n = muestra

Z = nivel de confianza (%)

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

e = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Ejemplo:

Se desea saber si los hábitos alimentarios de los estudiantes de secundaria del Colegio Jaime White producen una variación en su índice de masa corporal (IMC). Calcular el tamaño de la muestra con un 95 % de confianza, 5 % de error y el 50 % de probabilidad de éxito; sabiendo que la población de secundaria está conformada por 382 estudiantes, distribuidos en cinco cursos o años de estudio: 1^{er} año = 74; 2^o año = 86; 3^{er} año = 62; 4^o año = 70; 5^o año = 90 estudiantes.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Cálculo del tamaño de muestra:

$$n = \frac{382 (1,96)^2 0,5 \times 0,5}{(0,05)^2 (382 - 1) + (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5} = 192$$

N = 382

Z = 95 %: 1,96 (factor de distribución de tabla estadística)

p = 50 %: 0,5

q = 50 %: 0,5

e = 5 %: 0,05

n = 192

Se concluye que, para un estudio con el nivel de confianza del 95 %, con un margen de error del 5 % y 50 % de probabilidad de éxito en la aplicación del instrumento, se requiere una muestra de 192 estudiantes.

Siendo que la población es estratificada, para que la muestra sea representativa se usará el muestreo probabilístico estratificado. Es probabilístico porque todos los estudiantes tienen la probabilidad de ser elegidos para conformar la muestra.

En este caso la población está formada por cinco estratos, que son los cursos o años de estudio. Se usará la siguiente fórmula para muestras estratificadas:

$$n_i = \frac{N_i \times n}{N}$$

MUESTRA ESTRATIFICADA		
Estratos de la población (curso/año)	N _i	Estratos de la muestra (n _i)
1º	74	37
2º	86	43
3º	62	31
4º	70	35
5º	90	45
N	382	n = 192

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Finalmente, se tiene en cuenta que la muestra está constituida por 192 estudiantes de cinco estratos, tal como se observa en la tabla de muestra estratificada. La selección de las unidades de análisis en cada curso o año se realizará en forma aleatoria.

Cálculo del tamaño de muestra de una población infinita

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{(e)^2}$$

En donde:

Z = nivel de confianza (%)

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

e = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

n = muestra

Ejemplo:

Se desea conocer el número de plantas con propiedades medicinales que existen en una reserva nacional. Para ello se necesita calcular el tamaño de la muestra con un 95 % de confianza, 5 % de error máximo aceptado, y el 50 % de probabilidad de éxito y 50 % de probabilidad de fracaso.

Cálculo del tamaño de muestra:

$$n = \frac{(1,96)^2 \times (0,5) \times (0,5)}{(0,05)^2} = 384$$

Se tiene:

Z = 95 %: 1,96 (factor de distribución de tabla estadística)

p = 50 %: 0,5

q = 50 %: 0,5

e = 5 %: 0,05

n = **384**

Se concluye que, para determinar el número de plantas de importancia económica existentes en la reserva nacional, se necesita una muestra de 384 plantas.

Resultados y análisis de datos

El autor o los autores pueden organizar los resultados en diversas tablas de doble entrada, de acuerdo con la naturaleza de las variables que se deben analizar. En estadística descriptiva se usan diversas tablas para analizar los datos recolectados en una investigación. Se usan las tablas de frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y otras. *Ejemplo:*

Tabla 8 - Distribución de frecuencias de plantas de importancia económica existentes en la reserva nacional X

Categoría (X)	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia acumulada (Fi)	Frecuencia relativa $[hi=fi/N]$	Frecuencia relativa acumulada (Hi) $[Hi=Fi/N]$
Plantas medicinales	54	54	0,14	0,1406
Plantas biosidas	70	124	0,18	0,3229
Plantas resinosas	81	205	0,21	0,5339
Plantas pigmentadas	49	254	0,13	0,6615
Plantas aromáticas	67	321	0,17	0,0005
Plantas oleaginosas	63	384	0,16	1,00
Total	N=384		1,00	

En la tabla 8 se representa que las 384 plantas están subagrupadas en seis categorías según sus propiedades: plantas medicinales, plantas biosidas, plantas resinosas, plantas pigmentadas, plantas aromáticas y plantas oleaginosas.

Tablas de frecuencia con datos agrupados

Cuando los valores de la variable son muchos, se procede a agruparlos en intervalos o clases, de este modo se puede hacer un mejor análisis e interpretación de estos.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Tomemos como ejemplo la variable Índice de Masa Corporal (IMC) en una muestra de 24 padres de familia de un colegio, 15 varones y 9 mujeres, seleccionados en forma aleatoria.

A los integrantes de la muestra se midió la estatura en centímetros y el valor de su masa corporal en kilogramos. Con dicha información se calculó su IMC, obteniéndose los siguientes valores: 17, 32, 28, 21, 34, 29, 18, 23, 22, 31, 32, 23, 32, 31, 29, 29, 31, 19, 26, 20, 34, 32, 33, 26.

Para esta distribución primeramente se calcula el rango (R), que viene a ser la diferencia entre el dato mayor y el menor.

Luego se calcula el número de intervalos (K). Este valor puede ser calculado aplicando la raíz cuadrada al número que expresa el valor total de datos (24), o bien aplicando la regla de Sturges ($K=1+3.3.\text{Log}_n$), sabiendo que “n” es el número total de datos (24). Es así como se tienen cuatro intervalos tal como se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9 - Distribución de frecuencia de IMC de padres de familia

Intervalos de clase [Xi, Xn)	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (hi=fi/N)	Frecuencia relativa acumulada (Hi)
[17,20)	3	3	0,13	0,13
[20,23)	3	6	0,13	0,25
[23,26)	2	8	0,08	0,33
[26,29)	3	11	0,13	0,46
[29,32)	6	17	0,25	0,71
[32,35]	7	24	0,29	1
	24		1	

Tablas de frecuencia porcentual

La frecuencia porcentual absoluta y la frecuencia acumulada son las frecuencias absoluta y acumulada respectivamente multiplicadas por 100.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Tabla 10 - Frecuencia porcentual absoluta y acumulada del IMC de padres de familia

Intervalos de clase [Xi, Xn)	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (hi=fi/N)	Frecuencia relativa acumulada (Hi)	hi %	Hi %
[17,20)	3	3	0,13	0,13	12,5	12,5
[20,23)	3	6	0,13	0,25	12,5	25,0
[23,26)	2	8	0,08	0,33	8,3	33,3
[26,29)	3	11	0,13	0,46	12,5	45,8
[29,32)	6	17	0,25	0,71	25,0	70,8
[32,35]	7	24	0,29	1	29,0	
Total	N=24		1		100	100

Figura 2 - Gráfico porcentual de índice de masa corporal de padres de familia

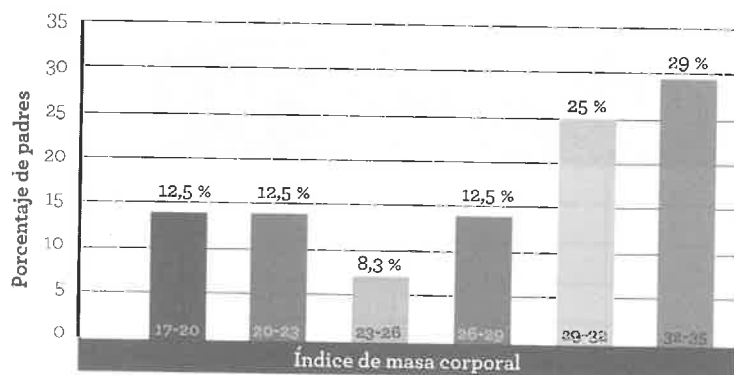
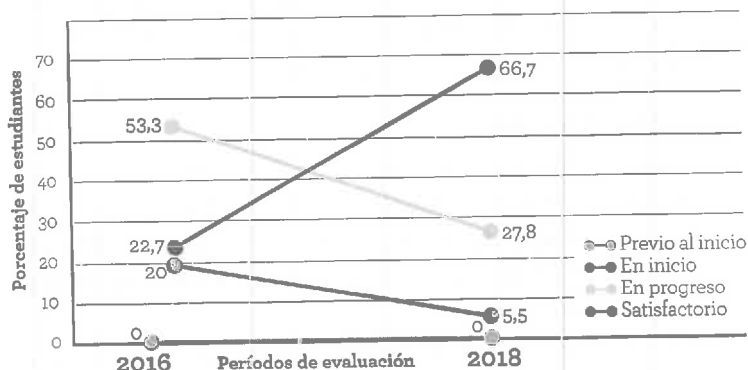


Tabla 11 - Resultados de evaluación en el área de matemática, segundo grado de secundaria

NIVEL DE LOGRO	2016	2018
	%	%
Satisfactorio	26,7	66,7
En progreso	53,3	27,8
En inicio	20,0	5,5
Previo al inicio	0,0	0,0

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Figura 3 - Gráfico de resultados de evaluación en el área de matemática, estudiantes del segundo grado de secundaria

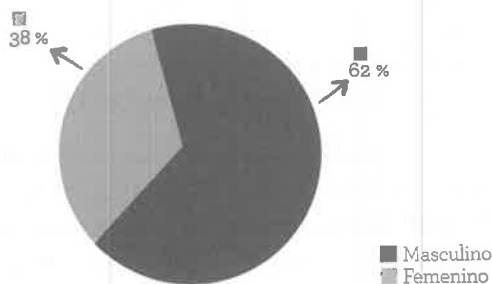


En la figura 3 se grafican los resultados de dos evaluaciones censales del estudiante (ECE) realizadas a estudiantes del segundo grado del nivel secundario, antes y después de haber aplicado estrategias de aprendizaje activo por parte del docente.

Tabla 12 - Frecuencia porcentual de padres de familia evaluados según sexo

SEXO	fi	%
Masculino	15	62
Femenino	9	38
Total	24	100

Figura 4 - Representación gráfica porcentual de padres de familia evaluados según sexo



El tipo de gráfico dependerá del tipo de variable evaluada. Los resultados de variables cualitativas se presentarán en figuras o gráficos circulares. Los resultados de variables cuantitativas se organizarán en gráficos de barras, líneas, etc.

La prueba de hipótesis

Según Hernández y Baptista (2010), las hipótesis, en el enfoque cuantitativo, se someten a “prueba” en la realidad cuando se aplica un diseño de investigación, se recolectan datos con uno o varios instrumentos de medición y se analizan e interpretan estos mismos datos.

En el *enfoque cualitativo* cuando se formulan hipótesis, más que para ser probadas, estas sirven para incrementar el conocimiento de un evento, fenómeno, un contexto o una situación. La generación de una hipótesis ayuda a dar mayor sentido al entendimiento del fenómeno analizado u objeto de estudio.

En el *enfoque cuantitativo* la media aritmética $[\bar{X} = \frac{\sum(x_i)}{n}]$ constituye un parámetro estadístico de tendencia central muy importante para el análisis de los datos. Se pueden calcular la media de una, de dos o de más muestras que pueden ser independientes o relacionadas. De acuerdo con el diseño de investigación, al tipo de variables en estudio y la información obtenida, se procede a la prueba de hipótesis, para la cual existen diversos modelos estadísticos. Entre estos modelos están los siguientes:

- Coeficiente correlacional de Pearson (r_{xy}).
- Prueba “z” para una muestra, para muestras independientes y para muestras relacionadas.
- Prueba “t” para muestras relacionadas.
- Prueba “t” para muestras independientes.
- Prueba de chi-cuadrado o ji-cuadrado (X^2).

Sea cual fuere el modelo estadístico que se elija para la prueba de hipótesis, lo primero que se hace es establecer el sistema de hipótesis en donde se formulan la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_1) o de investigación. La hipótesis nula es aquella que niega a la hipótesis alterna:

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

$$H_1: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \quad H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2 \quad H_0: \mu_1 > \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \leq \mu_2 \quad H_0: \mu_1 \geq \mu_2$$

- *Para un estudio correlacional*, en la prueba de hipótesis se usa con frecuencia el análisis de correlación de Pearson (r_{xy}) que prueba el grado de relación existente entre dos variables (X, Y).

$$r_{xy} = \frac{n \sum X \cdot Y - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

- *Para estudios de muestras relacionadas* en donde la sumatoria de las muestras ($n_1 + n_2$) es > 30 , se utiliza el modelo estadístico de la prueba Z, que analiza la diferencia de medias dividida por la raíz cuadrada de la sumatoria de los cocientes de las varianzas (S_1^2 y S_2^2) y las muestras n_1 y n_2 , tal como se expresa en la siguiente ecuación general:

$$Z_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

- *Para estudios en poblaciones de muestras pequeñas* pero que siguen una distribución normal, se puede utilizar el modelo estadístico t de *Student*; en donde se calcula el valor de "t" para las hipótesis. La siguiente fórmula general es:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S_2}{\sqrt{n}}}$$

$\bar{X}$ = media poblacional

μ = media muestral

S_2 = desviación estándar o típica

n = Número de datos que componen la muestra

Para estudios no paramétricos, con frecuencia se suele probar las hipótesis con la chi-cuadrado o ji-cuadrado (X^2).

O_i = frecuencias observadas.

E_i = frecuencias esperadas

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i) \cdot (E_i)}{(E_i)}$$

Estos y otros análisis estadísticos para la prueba de hipótesis se pueden realizar a través de diversos *softwares* estadísticos. Actualmente existen *softwares* estadísticos que permiten realizar diversos análisis descriptivos e inferenciales para la prueba de hipótesis. Entre otros *softwares*, se pueden citar a SPSS, S-PLUS, Minitab, Statgraphics, Statistica; el investigador elige el que corresponda a su diseño y variables de investigación.

En esta sección se aborda la temática de estadística inferencial para la prueba de hipótesis; sin embargo, existen abundantes recursos tecnológicos, blogs y tutoriales en línea que permiten entender y aplicar las diversas pruebas de hipótesis según sea el diseño de investigación que se haya elegido. Basta solo con ingresar la frase “prueba de hipótesis” en *YouTube* y se encontrará con la ayuda necesaria.

Conclusiones

En las conclusiones se presentan las impresiones respecto a los resultados obtenidos en la investigación, en función de los objetivos planteados y sus implicancias.

Tomando los ejemplos de la tabla 12 y la figura 3, sobre los resultados de evaluación en el área de matemática, antes y después de haber usado estrategias de aprendizaje activo, se podría emitir, entre otras, la siguiente conclusión:

“El uso de estrategias de aprendizaje activo en la enseñanza de la matemática permite que los estudiantes logren mejores resultados en el aprendizaje de dicha asignatura. Así lo evidencian las evaluaciones realizadas en los años 2016 y 2018; en donde el año 2016 el 26,7 % obtuvo una calificación de “logro satisfactorio” mediante la estrategia de enseñanza tradicional, en el año 2018 el porcentaje de “logro satisfactorio” asciende a 66,7 % después de usar estrategias de aprendizaje activo conceptual”.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Recomendaciones

Las recomendaciones se realizan en función de los objetivos, alcances y limitaciones presentadas en la investigación. Teniendo en cuenta los alcances se recomendará profundizar la investigación en otras áreas temáticas, otra población u otros contextos, etc.

Considerando las limitaciones se recomendará tener en cuenta las dificultades con las cuales tuvo que lidiar el investigador al realizar el trabajo de investigación. Las limitaciones pueden ser financieras, técnicas, de restricciones legales o de otra índole. Por ejemplo:

“Se recomienda evaluar a los estudiantes en las áreas de ciencias naturales e historia a fin de verificar si también en estas áreas el cambio de método de enseñanza del docente se relaciona con la mejora de los aprendizajes en los estudiantes.

“Una de las dificultades encontradas en el método de enseñanza de las matemáticas fue el mobiliario con diseño unipersonal que no permite realizar un trabajo pedagógico con la estructura de aprendizaje cooperativo. Por lo tanto, para aplicar el aprendizaje activo se recomienda usar un mobiliario con diseño que permita la interacción entre los estudiantes”.

La carpeta de campo

La carpeta de campo generalmente es un cuaderno simple pero bien organizado que garantiza la seguridad para conservar toda la información allí registrada. Por lo tanto, no se recomienda tener hojas sueltas, porque se corre el riesgo de perder algunas de ellas con información valiosa.

La carpeta de campo es la herramienta que evidencia y sustenta el trabajo realizado. En ella se registra la información primaria tal cual se percibe en tiempo real y el lugar de los hechos. También se registran las ideas que van surgiendo en la mente del investigador, las opiniones, los comentarios, los hallazgos y las sugerencias de otras personas e investigadores, para mejorar el proceso

investigativo y llegar a mejores resultados. Toda la información contenida en la carpeta de campo sirve de evidencia o sustento del proceso de cómo se ha realizado el trabajo de investigación.

Una investigación que no esté acompañada de una carpeta de campo despertará dudas sobre la seriedad del trabajo realizado y la veracidad de los resultados y conclusiones.

Contenido de la carpeta de campo

Cada comentario, opinión, sugerencia, idea, hecho, hallazgo, etc., debe ser registrado. Ejemplo de qué y cómo registrar:

- *Fecha:* 26/05/2020
- *Acción:* Entrevista al Cacique de la comunidad indígena de Río Verde - Chaco Paraguayo.
- *Lugar de la entrevista:* Río Verde - Chaco Paraguayo
- *Fuente:* Cacique de la comunidad.
- Para este ejemplo se considera al Cacique, líder de la comunidad indígena, como fuente de información, porque a él se lo entrevistará sobre el tema de investigación.
- Se puede complementar con fotos de la entrevista realizada, grabaciones, comentarios, ideas que surjan a partir de la entrevista, etc.
- *Condiciones:* Puede haber trabajos de investigación relacionados con flora y fauna que requieran datos como temperatura ambiental, humedad relativa, insolación, precipitaciones pluviales, altitud, latitud y otros.
- *Instrumentos utilizados:* se especifica el instrumento o los instrumentos utilizados para recopilar la información, por ejemplo, en esta investigación: reloj, brújula, termómetro, altímetro, cámara fotográfica, videograbadora, grabadora de audio, cuestionarios, fichas de registro de datos o inventarios. Esto será siempre dependiendo de qué investigación se esté realizando.
- *Registros* de conversaciones, entrevistas, comentarios sobre el tema de investigación.
- *Fotos e imágenes.*

Toda la información de la carpeta de campo debe ser conservada tal como se ha ido registrando día a día. Esta información

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

será seleccionada y formará parte del informe final de investigación de acuerdo con los protocolos establecidos.

En la feria de ciencias, el investigador tendrá consigo su carpeta de campo con la información tal como ha sido elaborada, no necesita trasladarla a otro documento.

Protocolos de proyectos

Protocolo de proyecto para el nivel Inicial o Preescolar

Un niño, desde que se da cuenta e identifica los elementos de su entorno, se convierte en un investigador incansable. Antes de que aprenda a hablar, ya aprendió a formularse internamente preguntas y sus posibles respuestas; es decir, a formular “problemas” e “hipótesis”, obviamente sin una estructura formal, sino solo como una manera de “experimentar” y, juntamente, elabora sus conclusiones. Si los padres y maestros son observadores del comportamiento de un infante que todavía no aprendió a caminar, notarán que este niño asume una conducta indagatoria de todo lo que lo rodea y es de gran importancia para su aprendizaje.

Por ejemplo, un infante de diez meses de edad visualiza a la distancia un objeto que capta su interés, se dirige gateando en dirección de dicho objeto, posiblemente con una serie de interrogantes (problemas) en su mente. Una vez que llega a donde está el objeto de su interés, lo toma con su mano, lo agita, lo presiona con las dos manos haciendo un poco de torsión como queriendo romperlo, luego lo lleva a la boca, después lo agita con fuerza como tratando de percibir algún sonido y, por último, lo arroja al piso.

Posterior a ese proceso indagatorio multisensorial, donde ha utilizado sus sentidos como instrumentos de indagación, el niño “sabe” si el objeto “problema” de su interés tiene gusto, olor, sabor; su forma, textura, tamaño; si emite algún sonido, etc. “Sabe” qué clase de ruidos o sonidos produce cuando se lo golpea o arroja.

Los niños del nivel inicial o preescolar, si bien no leen textos descriptivos, argumentativos o de otra estructura y composición alfabética y no desarrollan análisis de datos estadísticos, bien pueden leer imágenes, interpretar mensajes no verbales y hechos, pensar y razonar de manera lógica de causa a efecto,

formular preguntas y emitir respuestas a las preguntas formuladas. Es decir, están en condiciones de hacer indagaciones en distintas áreas temáticas de su entorno.

Los niños del siglo XXI interactúan en situaciones y contextos muy diferentes a los niños del siglo pasado. El niño de este siglo crece y se desarrolla en un entorno tecnológico abrumador. Tiene a su alcance Internet, mensajes de texto, *chat*, juegos electrónicos; está en contacto con el *smartphone*, el *ipad*, la *notebook*, el *smart TV*, etc., que en su conjunto, si no se administran de manera adecuada, pueden convertirse en distractores para el desarrollo del pensamiento científico e indagatorio.

A continuación, se describe una experiencia que ilustra el aprendizaje basado en la indagación para niños del nivel inicial. El proceso está orientado al desarrollo del pensamiento científico de los niños y no al aprendizaje de las ciencias en sí.

El proyecto, sea de la temática que fuere, es un medio para despertar el interés de los niños en el aprendizaje de algo nuevo, para brindarles oportunidades de formular preguntas a partir de lo que están percibiendo y también para que respondan preguntas. Si los niños formulan preguntas de manera espontánea, esto significa que se está logrando avanzar por el camino de la indagación. Las preguntas en múltiples direcciones constituyen la riqueza del aprendizaje conceptual basado en la indagación.

En el nivel inicial, debido a la naturaleza sincrética en la forma de percibir los hechos, se sugiere que los proyectos se realicen bajo la estructura de aprendizaje basado en la indagación considerando el siguiente protocolo.

Bosquejo sugerente para proyectos de nivel inicial o preescolar:

ORDEN	PREGUNTA BASE	ESTRUCTURA
1	¿Qué queremos hacer?	Problema
2	Respuesta tentativa	Hipótesis
3	¿Qué necesitamos?	Materiales e instrumentos
4	¿Cómo lo logramos?	Diseño y procedimiento
5	¿Qué obtenemos?	Resultado
6	¿Para qué nos sirve?	Conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Ejemplo de proyecto: “Germinando frijoles”

Este proyecto tiene como objetivo que el menor conozca mediante la indagación el proceso de germinado de una planta. Es necesario que el docente cree el ambiente propicio para que el niño se sienta un buscador de respuestas ciertas. Se puede sugerir el ser científicos. Una vez ambientado, se puede propiciar la observación en un entorno, natural o no, de plantas de frijoles. A partir de aquí nace el problema.

1. ¿Qué queremos hacer? (Problema)

En este caso la pregunta formulada es abierta y da lugar a múltiples respuestas. La pregunta puede surgir del docente o de la curiosidad de algún estudiante que es aprovechada por el maestro.

¿Cómo germinan los frijoles?

Según cómo el niño maneje la información, las preguntas pueden variar usando otros términos que encierran más conceptos. Por ejemplo, la pregunta *¿Cómo germinan los frijoles?* encierra dos conceptos, el concepto de germinación y el concepto de frijol. Esta pregunta también podría formularse así: *¿Cómo germinan las semillas de frijoles?*; pero hay que considerar aquí que ya se ha introducido un tercer término que encierra el concepto de “semilla”, y que posiblemente dé lugar a otras preguntas, tales como: *¿Los frijoles son un fruto?, ¿un fruto puede germinar?, ¿cuál es la diferencia entre fruto y semilla?* Es decir, puede surgir una serie de preguntas partiendo de la más simple hasta la más compleja, dependiendo del volumen conceptual que maneje el niño. Posiblemente algunos niños, si el interrogante surgió del docente, pregunten *¿Qué es “germinar”?* En cambio, si son ellos quienes formulan la pregunta, quizá preguntarán *¿Cómo nacen los frijoles?* o *¿Cómo crecen los frijoles?*

El aprendizaje basado en la indagación permite activar la curiosidad y el pensamiento del niño de manera inductiva, de lo simple a lo complejo.

2. Respuesta tentativa (Hipótesis)

Se sugiere crear un espacio para que ellos den respuesta a la pregunta. Las respuestas tentativas *a priori* que emitan los ni-

ños son en sí las hipótesis, aun cuando no estén estructuradas con la especificación de sus elementos (unidades de análisis, variables, término de relación o enlace lógico). Pero en sí es el inicio actitudinal de crearlas.

Cuando los niños del nivel inicial lleguen a niveles superiores de estudios, podrán formular hipótesis estructuradas con variables y características propias de la investigación científica. Por el momento interesa que el niño sea sumergido en el océano del aprendizaje basado en la indagación que le permite formular tantas respuestas (hipótesis) como sean las preguntas.

Se recomienda al docente ir anotando las respuestas que formulen los pequeños, y de ser posible dejarlas visibles para su futura contrastación con los resultados, o bien utilizar otras técnicas como el dibujo o grabaciones de audio o video.

Una vez formuladas sus hipótesis se debe guiar a los niños a “investigar” si sus respuestas son correctas o no, preguntándoles cómo podemos tener certeza de que está bien o no lo que dijeron. Generalmente dan respuesta a esto mediante la búsqueda de la información en libros e Internet, o experimentando. Guíe en este proyecto a la comprobación empírica. Para ello:

3. *¿Qué necesitamos?* (Materiales e instrumentos)

En este caso particular, se sugieren los siguientes elementos:

- Botella de plástico descartable
- Algodón
- Tijeras
- Semillas de frijoles o porotos
- Agua
- Regla
- Calendario de pared
- Papel y lápices de colores

4. *¿Cómo lo logramos?* (Procedimientos)

Puede construir la experiencia como clase o grupo, para ello, con ayuda de un adulto:

- a. Cortar la botella en línea transversal por la mitad, dejándola en forma de recipiente.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

Figura 5 - Diseño de corte de botella de plástico



- b.** Lavar bien la botella cortada en forma de recipiente.
- c.** Colocar diez semillas de frijol o poroto.
- d.** Cubrir con agua hasta 2 cm por encima de las semillas.
- e.** Dejar remojar o hidratar la semilla de diez a doce horas.
- f.** Con los niños, marcar en el calendario la fecha en que se ha puesto la semilla en remojo.
- g.** Después de las horas indicadas, escurrir el agua.
- h.** Humedecer el algodón y cubrir los frijoles remojados.
- i.** Poner en el lugar más oscuro posible o cubrirlo con una tela negra, tratando de que no impida el ingreso de aire.
- j.** Una vez al día, “bañar” los frijoles con agua corriente, escurrir y cubrir nuevamente con algodón húmedo.
- k.** Revisar cada dos días los cambios en la semilla, hasta completar diez días.
- l.** Cada día que revisen, dibujen lo observado.
- m.** Dar lugar para que los niños pregunten.
- n.** Elaborar preguntas de diferentes niveles sobre el trabajo para que los niños respondan. Por ejemplo:

Preguntas de nivel literal descriptivo (el niño describe lo que percibe)

- ¿Qué materiales usamos para la germinación?
- ¿Qué ocurrió con los frijoles o porotos al ser puestos en agua?
- ¿Cuántos frijoles germinaron?
- ¿Cuántos frijoles no germinaron?

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

- ¿Qué diferencia se observó en los frijoles antes y después de ser remojados?, etc.

Preguntas de nivel inferencial (para que el niño realice algunas predicciones)

- ¿Qué ocurrirá con los frijoles si están diez días sumergidos en agua?
- ¿Qué ocurriría con los frijoles si en lugar de agua usáramos aceite vegetal?
- ¿Qué ocurriría con la germinación de los frijoles si en lugar de usar agua pura usáramos agua con sal?

Preguntas que estimulan el juicio crítico

- ¿Podrá germinar un frijol cocido?, ¿por qué?
- ¿Todas las semillas germinan?, ¿por qué?
- ¿Por qué es importante la germinación?

Pregunta que estimula el pensamiento creativo

- ¿De qué otra forma podemos hacer que los frijoles germinen?

Muchas de las preguntas que se formulen darán lugar a nuevas hipótesis. Es el docente quien puede reformular las preguntas con un nivel de complejidad adaptado a la edad y el ritmo de aprendizaje de los estudiantes con quienes está trabajando.

5. ¿Qué obtenemos? (Resultados)

El docente deberá mediar para que registren los resultados:

- Al octavo día, miden el tamaño de la planta con la regla u otro objeto no convencional. Aun cuando no conozcan los números, pueden compararlos con el tamaño de la regla, de un lápiz u otro objeto que ellos usan; de este modo, van formando el concepto de magnitud.
- Al décimo día, dibujan la plántula de frijol o poroto.
- Cada niño expone los dibujos realizados en cada observación, mostrando así el proceso seguido en la germinación.

6. ¿Para qué nos sirve? (conclusiones y recomendaciones)

Este proyecto permitirá formar diversos conceptos en los niños. Conceptos de matemática (cantidad de semillas, número

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

de días empleados en la germinación, magnitud o tamaño de las plántulas producto de la germinación, costo del frijol en el mercado, etc.); castellano o comunicación (expresión oral, expresión gráfica cuando el niño dibuja lo que ve y transmite mensajes); ciencias naturales (lo que necesita la planta para vivir: agua, luz, aire, partes de la planta, etc.); religión (Dios como Creador y Sustentador de la vida, de la naturaleza), etc. El docente formula preguntas que encierran conceptos matemáticos, lingüísticos, científicos, de cosmovisión y otros que estimulan en el niño la capacidad de observación, la curiosidad intelectual, la reflexión, la trascendencia, la toma de decisiones, y el comportamiento ético. Por ejemplo: ¿Son las plantas seres vivos? ¿Qué otros seres poseen vida? ¿Quién vive más, una planta o un perro? ¿Quién da la vida? ¿Cómo debo actuar con los seres vivos? ¿Qué necesita una planta para vivir y crecer? A este nivel se pueden introducir preguntas de nivel crítico valorativo.

Los niños del nivel inicial o preescolar elaboran un portafolio con los trabajos y las experiencias científicas. Sus exposiciones en las ferias de ciencias las realizan con dicho portafolio. El portafolio es una carpeta en donde están archivados todos sus trabajos realizados generalmente: esquemas, figuras, dibujos, fotos, etc.

Protocolo de proyectos para el nivel Primario

Del primero al sexto grado de la educación básica o primaria se considera que los proyectos, al igual que en el nivel inicial o preescolar, deben ser trabajados con el aprendizaje basado en la indagación, ya que esta metodología permite al estudiante manejar un abanico de preguntas y respuestas que ubican a la mente del estudiante en una multiplicidad de escenarios cognitivos. A medida que el niño avanza en madurez, también adquiere mayor capacidad de análisis, puede diferenciar con más facilidad las partes de un sistema cada vez más complejo, como identificar las variables causales de una situación problemática, formular alguna hipótesis y plantear una o más estrategias de solución. Se sugiere el siguiente protocolo de investigación.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Bosquejo sugerente para proyectos del primero al quinto grado del nivel primario:

ORDEN	PREGUNTA BASE	ESTRUCTURA
1	¿Qué queremos hacer?	Problema
2	Respuesta tentativa	Hipótesis
3	¿Qué necesitamos?	Materiales e instrumentos
4	¿Cómo lo logramos?	Diseño y procedimiento
5	¿Qué obtenemos?	Resultado
6	¿Para qué nos sirve?	Conclusiones y recomendaciones

Bosquejo sugerente para proyectos para el sexto grado del nivel primario:

ORDEN	ESTRUCTURA	ACLARACIÓN
1	Formulación del problema	Debe estar formulado como pregunta.
2	Hipótesis	Respuesta tentativa a la pregunta formulada.
3	Objetivo	Lo que se pretende lograr.
4	Materiales e instrumentos	Lo necesario para resolver el problema y probar la hipótesis.
5	Procedimientos	Responde a las preguntas ¿cómo lo haremos? y ¿qué pasos debemos seguir?
6	Resultados	Lo que se obtiene de la indagación
7	Conclusiones	Se corrobora si se logró responder a la pregunta problema y se destaca cuál es su importancia.

Ejemplo de proyecto: “Uso de vocales abiertas y cerradas en los diarios ABC Color y La Nación, de la ciudad de Asunción”

Se cita como ejemplo un resumen del proyecto realizado por la profesora Victoria Franco y los estudiantes del segundo grado del nivel primario del Colegio Adventista del Este Paraguayo. Es un proyecto integrado de las áreas de comunicación o lengua castellana con matemática.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

1. ¿Qué queremos hacer? (Problema)

- **Pregunta:** ¿Qué vocales se usan más en los diarios *ABC Color* y *La Nación* de la ciudad de Asunción?
- **Objetivo:** Determinar el tipo de vocales más usadas en los diarios *ABC Color* y *La Nación* de la ciudad de Asunción.

2. Respuesta tentativa (Hipótesis)

Antes de emitir posibles respuestas, los niños habían recibido información teórica del tipo de vocales de la lengua castellana. Estas son de dos tipos: fuertes o abiertas y débiles o cerradas.

Los niños en su totalidad emitieron dos respuestas a priori:

- **Grupo a:** Las vocales más usadas en los diarios *ABC Color* y *La Nación* de la ciudad de Asunción son las vocales débiles o cerradas.
- **Grupo b:** Las vocales más usadas en los diarios *ABC Color* y *La Nación* de la ciudad de Asunción son las vocales fuertes o abiertas.

Una vez formuladas sus hipótesis, se guio a los niños a “investigar” cómo verificar si sus respuestas eran correctas o no. Para ello se establecieron paralelamente los procedimientos y materiales necesarios:

3. ¿Qué necesitamos? (Materiales e instrumentos)

- Diarios: *La Nación* y *ABC Color*
- Carpeta de campo
- Calculadora
- Tablas de doble entrada
- Lápicos
- Bolígrafos de colores diferentes
- Reglas graduadas
- Hojas de papel bond
- Papel sulfite (papelote)

4. ¿Cómo lo logramos? (Procedimientos)

Una vez que se establecieron los materiales necesarios, se procedió:

- Cada niño trajo los materiales.
- Formaron grupos de tres niños.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

- Cada grupo leyó un texto seleccionado de los diarios, subrayando con los bolígrafos de colores las vocales identificadas.
- Clasificaron las vocales según fuesen vocales abiertas o cerradas.
- Hicieron el conteo de las vocales y registraron el número en una tabla de doble entrada.

5. ¿Qué obtenemos? (Resultados)

Una vez que se concluyó con el conteo y registro:

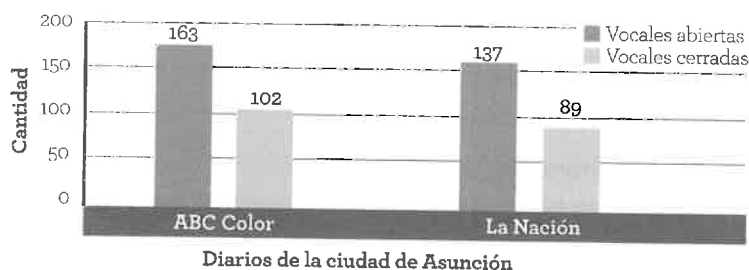
- Cada grupo procesó la información obtenida.
- Entre todos, la volcaron en tablas y gráficos comparativos.

Tabla 13 - Vocales usadas en los diarios *ABC Color* y *La Nación*

Diario	Vocales fuertes o abiertas	Vocales débiles o cerradas	Total
<i>ABC Color</i>	163	102	265
<i>La Nación</i>	137	89	226
Total	300	191	491

En la tabla N° 13 se presenta que, de 491 vocales contadas, 300 son vocales fuertes o abiertas y 191 son débiles o cerradas. Tanto en el diario *ABC Color* como en el diario *La Nación*, las vocales fuertes o débiles son las que más se usan en la comunicación escrita.

Figura 6 - Representación gráfica de las vocales usadas en los diarios *ABC Color* y *La Nación*



Los alumnos compararon resultados y extrajeron conclusiones.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

6. ¿Para qué nos sirve? (Conclusiones y recomendaciones)

Se redactaron las conclusiones que se derivan de las tablas y los gráficos de resultados obtenidos. Ejemplo de conclusión, sabiendo que son los niños del segundo grado quienes la tienen que redactar, entender y exponer:

- *En la comunicación escrita de los diarios ABC Color y La Nación de la ciudad de Asunción, las vocales fuertes o abiertas son las que más se usan.*
- *Las vocales débiles o cerradas son las que menos se usan en la comunicación escrita de los diarios ABC Color y La Nación de la ciudad de Asunción.*
- *Al ser las vocales fuertes o abiertas las más usadas en los diarios ABC Color y La Nación de la ciudad de Asunción, se confirma la respuesta tentativa o hipótesis dada por el grupo "b" de estudiantes del segundo grado del nivel primario.*

Se debe tener en cuenta que este es un proyecto integrado de comunicación o lengua castellana con matemática. En el área de comunicación o lengua castellana, los niños, al revisar el texto de los diarios, logran hacer significativo el aprendizaje conceptual de las vocales fuertes o abiertas y de las vocales débiles o cerradas.

En el área de matemática fortalecen el concepto de adición, distribución de datos en tablas de doble entrada, uso del plano cartesiano en la representación gráfica de resultados, y otros que el docente puede integrar en beneficio de los estudiantes.

Protocolo de proyectos para el nivel Medio o Secundario

Se presenta un bosquejo sugerente para la elaboración de un proyecto de investigación con enfoque cuantitativo y otro con enfoque cualitativo que pueden ser aplicados en los últimos años de escolaridad (secundaria), entre los 12 a 17 años aproximadamente. Si los estudiantes trabajaron con esta propuesta desde nivel inicial, no es compleja su instrumentación; sino los alumnos de entre 12 y 14 años pueden utilizar en forma gradual una transición entre el bosquejo de 6º de primaria y los que se presentan a continuación:

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

1. Bosquejo sugerente para proyecto de investigaciones con enfoque cuantitativo

ORDEN	PROYECTO
1	Título del proyecto
2	Planteamiento del problema 2.1. Descripción de la situación problemática 2.2. Formulación del problema 2.3. Objetivos 2.4. Justificación
3	Formulación de la hipótesis
4	Sistema de variables 4.1. Variables independientes 4.2. Variables dependientes 4.3. Variables intervinientes
5	Marco teórico
6	Diseño de investigación
7	Resultados
8	Conclusiones y recomendaciones
9	Fuentes bibliográficas

Se sugiere que los estudiantes sigan las indicaciones de formato APA.

Administración del proyecto:

a. Presupuesto

DESCRIPCIÓN	MONTO \$
Material de campo	
- Carpeta	
- Lupas, marcadores, lápices, sobres	
- Encuestas	
- Otros	
Material de laboratorio	

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

DESCRIPCIÓN	MONTO \$
Material de escritorio (papel, lápices, marcadores, etiquetas, etc.)	
Costo de movilidad	
Impresiones en papel	
Otros	
TOTAL \$	

b. *Financiamiento*

Especificar quién financiará el costo de la investigación: los padres, alguna empresa, el colegio, recursos propios u otras fuentes de financiamiento.

Cronograma de investigación

ACTIVIDADES	MESES										
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	
Definición del tema y problema de investigación											
Revisión de fuentes bibliográficas											
Planteamiento del problema											
Formulación de hipótesis											
Formulación de objetivos e hipótesis (no todo trabajo lleva hipótesis)											
Desarrollo del marco teórico											
Recolección de la información (de campo o laboratorio)											
Procesamiento de datos											
Análisis de resultados											
Redacción del informe final											
Preparación de material de exposición											

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

2. Bosquejo sugerente para proyecto de investigación con enfoque cualitativo

ORDEN	PROYECTO
1	Título del proyecto
2	Planteamiento del problema 2.1. Descripción de la situación problemática 2.2. Formulación del problema de investigación 2.3. Objetivos 2.4. Justificación (indicar la importancia de la investigación y quiénes serán los beneficiados)
3	Supuestos teóricos
4	Diseño de investigación
5	Información obtenida
6	Análisis de la información
7	Conclusiones y recomendaciones
8	Fuentes bibliográficas

Se sugiere que los estudiantes sigan las indicaciones de formato APA.

Administración del proyecto:

Financiamiento y cronograma, similar a la investigación cuantitativa.

a. Presupuesto

DESCRIPCIÓN	MONTO \$
Material de campo	
- Carpeta	
- Lupas, marcadores, lápices, sobres	
- Encuestas	
- Otros	
Material de laboratorio	
Material de escritorio (papel, lápices, marcadores, etiquetas, etc.)	

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

DESCRIPCIÓN	MONTO \$
Costo de movilidad	
Impresiones en papel	
Otros	
TOTAL \$	

b. *Financiamiento*

Especificar quién financiará el costo de la investigación: los padres, alguna empresa, el colegio, recursos propios u otras fuentes de financiamiento.

Cronograma de investigación

ACTIVIDADES	MESES											
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Definición del tema y problema de investigación												
Revisión de fuentes bibliográficas												
Planteamiento del problema												
Desarrollo de los supuestos teóricos												
Recolección de la información (aplicación de encuestas, entrevistas, etc.)												
Análisis de la información												
Redacción del informe de investigación												
Preparación de material de exposición												

El informe de investigación

El informe de investigación es el documento que se elabora al término de un proceso investigativo. Su propósito es comunicar los resultados de la investigación. Se elabora en hoja tamaño A4, y se escribe a doble espacio en una sola cara de la hoja.

Bosquejo para la elaboración del informe de investigación

Se sugiere que los estudiantes sigan las indicaciones de formato APA.

Portada
Dedicación
Agradecimientos
Resumen
Tabla de contenido
1. Planteamiento del problema
1.1 Descripción de la situación problemática
1.2 Formulación del problema
1.3 Objetivos
1.4 Justificación
2. Formulación de la hipótesis
3. Sistema de variables
3.1 Variables independientes
3.2 Variables dependientes
3.3 Variables intervinientes
4. Marco teórico
5. Diseño de investigación
6. Resultados
7. Conclusiones y recomendaciones
8. Fuentes bibliográficas

El contenido presentado en el bosquejo puede agruparse en tres secciones:

1. Páginas preliminares.
2. Cuerpo o contenido de la investigación.
3. Anexos.

1. Páginas preliminares

- *Portada*: la primera página corresponde a la portada, esta debe contener la siguiente información:
 - a. Nombre de la institución educativa.
 - b. Título del proyecto.
 - c. Nombre de los autores.
 - d. Grado de estudios.
 - e. Lugar y fecha de presentación del informe.

CAPÍTULO IV – La indagación y la investigación científica

La numeración de las páginas preliminares se realiza en números romanos con letras latinas minúsculas (i, ii, iii, iv, v, vi, etc.), dejando la portada sin número de página, pero contándola como página uno (i).

- *Dedicatoria y agradecimiento: son de carácter personal del investigador.*

Ejemplos de: portada, dedicatoria, agradecimiento.

UNIDAD EDUCATIVA ADVENTISTA AMBATO

*Historia y contribución de
la educación adventista a la
educación en Ambato*

Pedro García
Miguel Guevara
Sofía Morales

9º Grado de EGB Superior

Ambato, 20 de junio de 2020

AGRADECIMIENTO

(A quienes han contribuido
de una u otra forma para que
la investigación se realice y
llegue a su final)

DEDICATORIA

(Recomendar colocar el nom-
bre de la persona más signifi-
cativa en la vida académica y
afectiva del estudiante inves-
tigador, como el profesor, los
padres, los hermanos, etc.)

- *Resumen:* se debe redactar teniendo en cuenta el objetivo (propósito) de la investigación, una breve descripción de la metodología, los resultados más destacados y las conclusiones importantes. La extensión máxima debe ser de 300 palabras.
- *Tabla de contenido:* es la organización de títulos y subtítulos debidamente compaginados de todo el contenido del informe de investigación. Ejemplos:

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	PÁG.
RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
CONTENIDO	vii
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
RESUMEN	xix
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I – EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	22
Planteamiento del problema de investigación	22
Justificación de la investigación	23
Objetivos	25
1.3.1. Objetivo general	25
1.3.2. Objetivo específico	25
Alcances y limitaciones	26
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	28
Antecedentes históricos	28
2.1.1. La Universidad de Oriente (UDO)	28
2.1.2. El comercio en la UDO	31
2.1.3. Proyecto Tecnópolis UDO (2007)	46
2.1.4. Políticas públicas de convivencia en UDO	53

CONTENIDO

JUSTIFICACIÓN	i
OBJETIVOS	ii
Objetivo general.....	ii
Objetivos específicos	ii
INTRODUCCIÓN	iii
DESARROLLO DEL TRABAJO	1
1. SECCIONES.....	3
1.1. ¿Cómo insertar una sección en Word?	3
2. TABLA DE CONTENIDOS	3
2.1. ¿Cómo insertar una tabla de contenidos en Word?.....	3
3. TABLA DE ILUSTRACIONES.....	5
4. ÍNDICE	8
CONCLUSIONES	10
GLOSARIO	11
BIBLIOGRAFÍA NORMA APA	12
BIBLIOGRAFÍA.....	12
ÍNDICE	13
ANEXOS	14

Fuente: investigacionbiblio.blogspot.com

2. *Cuerpo o contenido de la investigación*

Comprende todo el contenido, desde el planteamiento del problema hasta las conclusiones, recomendaciones y fuentes bibliográficas.

3. *Anexos*

Los anexos están conformados por cuestionarios y encuestas usadas en la investigación. También lo conforman mapas, figuras, fotos, tablas, etc., con información complementaria.

LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA Y LAS FERIAS DE CIENCIAS

En el proceso de la investigación científica, la comunicación es la instancia en la cual el investigador o los investigadores dan a conocer los resultados de su estudio. Vásquez (2009) sostiene que la comunicación científica es la suma de todos aquellos procesos por los cuales el conocimiento científico es incorporado a la cultura general. Existen diferentes medios y formas para comunicar los resultados de la indagación científica.

Los medios y las formas más usados en la comunicación científica son: informes científicos, monografías, tesis, artículos en revistas especializadas, artículos seriados en diarios, libros y, últimamente, revistas electrónicas, blogs, *wikis* y redes sociales. Las formas pueden ser oral o escrita; siendo las más frecuentes las ponencias y comunicaciones en congresos, pósters, ferias de ciencias escolares y de nivel terciario.

Dependiendo del medio que se utilice para la comunicación científica, variará el formato; porque es distinto el formato de una tesis al formato de un artículo, de un póster o de una revista especializada en formato físico o digital.

Los medios y las formas van a depender de los objetivos de la investigación y quiénes son beneficiados e interesados en conocer los resultados. Podrá ser una institución académica como una universidad, una escuela del nivel técnico terciario, una institución educativa de nivel secundario o de educación básica, o bien la comunidad y sus autoridades en general.

¿Son la indagación y la comunicación científica compatibles con la cosmovisión bíblica de la educación?

En la Biblia se registran diversos escenarios relacionados con la investigación y la comunicación. La declaración del sabio Salomón –“*Y di mi corazón a inquirir y a buscar con sabiduría sobre todo lo que se hace debajo del cielo. Este penoso trabajo dio Dios a los hijos de los hombres, para que se ocupen en él*” (Ecl. 1:13)– expresa la intencionalidad de Dios de que el hombre se ocupe de la búsqueda de la verdad. El apóstol Pablo, con su expresión imperativa “*sométanlo todo a prueba y retengan lo bueno*” (1 Tes. 5:21, DHH), deja en claro que el cristiano debe usar su juicio valorativo o pensamiento crítico para analizar la información proveniente de diferentes fuentes, identificar y retener lo bueno. Lucas, autor del evangelio que lleva su nombre, al declarar: “*Me ha parecido también a mí, después de haber investigado con diligencia todas las cosas desde su origen, escribírtelas por orden, oh excelentísimo Teófilo, para que conozcas bien la verdad de las cosas en las cuales has sido instruido*” (Luc. 1:3, 4), afirma explícitamente que se dedicó a investigar para conocer la verdad y comunicarla a Teófilo de manera escrita. Pablo, dirigiéndose a Timoteo, le advierte: “*Oh Timoteo, guarda lo que se te ha encomendado, evitando las profanas pláticas sobre cosas vanas, y los argumentos de la falsamente llamada ciencia*” (1 Tim. 6:20); en otras palabras, afirma que existe una falsa ciencia que el cristiano debe ser capaz de identificar y evitar. White (2014), refiriéndose a la actividad educativa del docente cristiano de esta época, afirma que este debe dirigir la mente de los estudiantes a la investigación en la naturaleza y la Palabra de Dios, principales fuentes de la verdad:

“En vez de restringir su estudio a lo que los hombres han dicho o escrito, los estudiantes deben ser dirigidos a las fuentes de la verdad, a los vastos campos abiertos a la investigación en la naturaleza y la revelación” (*La educación*, p. 17).

Everaert (2013) sostiene que la enseñanza basada en la indagación busca que el estudiante comprenda las ideas científicas

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

y desarrolle un pensamiento científico lógico y crítico, basado en el razonamiento, la argumentación, la comunicación y la utilización de la información.

A través de la indagación es como los estudiantes de una institución educativa cristiana desarrollan habilidades investigativas en las distintas áreas del conocimiento. Hacen uso de la Biblia, la naturaleza y los hechos de la vida cotidiana como principales fuentes del conocimiento en la búsqueda de la verdad. Ejercitan el razonamiento científico lógico, reflexivo y las actitudes investigativas que son necesarias para el desempeño de los individuos y las sociedades en el mundo actual.

La labor docente, basada en el aprendizaje por indagación, permite al maestro migrar de la enseñanza tradicional, basada en la transmisión de información y contenidos teóricos, a una enseñanza de aprendizaje conceptual, reflexivo y experiencial, que conduce al estudiante a la solución de problemas, la toma de decisiones y el conocimiento de la verdad.

Se concluye entonces que, desde una cosmovisión bíblica, la indagación y la comunicación científica no son incompatibles con la fe y la educación; en cambio, son actividades fundamentales de maestros y estudiantes.

“Dios es el autor de la ciencia. La investigación científica abre ante la mente vastos campos de pensamiento e información, capacitándonos para ver a Dios en sus obras creadas. La ignorancia puede intentar apoyar el escepticismo apelando a la ciencia; pero en vez de sostenerlo, la verdadera ciencia revela con nuevas evidencias la sabiduría y el poder de Dios. Debidamente entendida, la ciencia y la Palabra escrita concuerdan, y cada una derrama luz sobre la otra. Juntamente nos conducen a Dios, enseñándonos algo de las leyes sabias y benéficas por medio de las cuales él obra” (*Consejos para los maestros*, p. 391).

Es deber del docente cristiano, de todas las áreas curriculares, guiar y acompañar a los estudiantes en el camino de la búsqueda de la verdad.

Las ferias de ciencias escolares

Las ferias de ciencias escolares son exposiciones de trabajos de investigación en el campo de las ciencias y la tecnología, realizados por estudiantes de la educación básica y de educación secundaria. Estos trabajos son guiados por docentes asesores que utilizan métodos y procedimientos científicos y tecnológicos. Dependiendo del país y en qué nivel de aplicación esté el aprendizaje basado en la indagación, las ferias de ciencias son eventos académicos que brindan oportunidades a los estudiantes para que expongan los resultados de sus investigaciones. Las ferias de ciencia constituyen uno de los medios y las formas de comunicación científica.

Los diferentes medios y formas utilizados para comunicar los resultados de las investigaciones constituyen una gran vertiente por donde el conocimiento científico se incorpora a la cultura general y forma parte de la vida cotidiana. Diariamente las personas toman decisiones basadas en conceptos científicos y tecnológicos que afectan tanto a su persona como a su familia. Por ejemplo: la elección del médico que atenderá un problema de salud en la familia; la elección de alimentos más saludables para el consumo personal y familiar; los productos de limpieza que se usarán en casa; hacer ejercicio físico, porque este previene ciertas enfermedades degenerativas; abandonar el consumo de tabaco y de alcohol, porque estos causan daños al organismo; adoptar un estilo de vida saludable, en fin, son muchas las decisiones del ser humano que encierran conceptos científicos. Vásquez (2009) afirma que “la calidad de la fuerza laboral de un país depende de su formación en temas científicos, entre otros” y que “la comunicación científica establece un intercambio a dos vías entre ciencia y sociedad con el fin de establecer un verdadero diálogo entre ambas”. Por lo tanto, es de suma importancia que en la etapa escolar se imparta una sólida educación científica a los estudiantes.

Reseña

Según el Ministerio de Educación del Perú (2016), en América Latina, la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

Unesco, con sede en Montevideo, publicó en 1971 la *Guía para la realización de actividades científicas extraescolares*, que es un documento base para la organización de ferias escolares. Desde entonces, cada país latinoamericano se ha ido sumando a esta iniciativa de promover la educación científica dentro de su país, y la organización de ferias científicas como medios para comunicar los resultados de las investigaciones.

En la actualidad cada país tiene su propia historia y experiencia en la comunicación científica a través de las ferias escolares de ciencias. En Uruguay, se denomina Feria de Clubes de Ciencia, avalada por el Ministerio de Educación y Cultura; en la Argentina, Feria de Ciencia y Tecnología, organizada por Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología; en Chile, Feria Científica Nacional Juvenil, organizada por el Servicio Nacional de Patrimonio Cultural; en Bolivia, Olimpiada Científica Estudiantil, organizada por el Ministerio de Educación; en el Perú, Feria Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología, organizada por el Ministerio de Educación y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC); en Ecuador, Feria Escolar de Ciencia y Tecnología, organizada por el Ministerio de Educación; en Paraguay, Feria de Ciencias y Tecnología, organizada por el Ministerio de Educación y Ciencias; en Colombia, Expociencia, organizada por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. En Colombia también se realiza la Feria Nacional Infantil y Juvenil de Ciencia, Tecnología e Innovación, organizada por Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), en alianza con la Fundación para la Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología de Colombia (FENCYT). Aun cuando en la nomenclatura existe cierta diferencia entre uno y otro países, en esencia todos tienen el mismo propósito: desarrollar el pensamiento científico y las habilidades investigativas en los estudiantes.

Objetivos de las ferias de ciencias escolares

Los objetivos de las ferias de ciencias a nivel escolar pueden encuadrarse de manera general en:

- Promover en los estudiantes el interés por la investigación y la solución de problemas en las diversas áreas del conocimiento y de la vida cotidiana.
- Promover el desarrollo de capacidades, habilidades y actitudes científicas y tecnológicas en los docentes y estudiantes de educación básica y secundaria, teniendo en cuenta el enfoque de indagación y alfabetización científica y tecnológica.
- Fomentar la integración entre los agentes de la educación y demás miembros de la comunidad educativa, involucrando a la población, los gobiernos locales y regionales, e instituciones públicas y privadas.

Organización de las ferias de ciencias escolares

En esta sección se aborda la organización de la feria de ciencias a nivel institucional. El hecho de tener en el calendario escolar fijada la fecha para la realización de la feria de ciencias permite en los estudiantes gestar la idea de investigar en una determinada área del conocimiento. Es en esta etapa del proceso de investigación en donde el docente acompaña a los estudiantes en las decisiones investigativas de su interés. Por lo tanto, para que sea sostenible y los estudiantes no se cansen o pierdan el interés, los proyectos deben estar en alguna medida integrados de manera multidisciplinaria en las diferentes áreas curriculares. Esta integración exige que los docentes especialistas de las diferentes áreas curriculares dediquen tiempo a la coordinación anticipada, llegar a consensos sobre la forma en la que se va a desarrollar el proceso investigativo y a cómo se organizará la etapa de la comunicación de los resultados, es decir, la feria de ciencias.

La planificación de un proyecto de investigación de manera multidisciplinaria orienta al equipo de docentes para la realización de un trabajo basado en la indagación multidisciplinaria. El trabajo multidisciplinario de aprendizaje basado en la indagación permite que los estudiantes desarrollen habilidades de trabajo en equipo, les permite cambiar sus actitudes para saber expresar sus ideas y aceptar las ideas de los demás, llegar a consensos de trabajo con un conjunto heterogéneo de ideas, pero

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

al mismo tiempo con un objetivo común. Johnson y Johnson (1999) señalan que “las actitudes se cambian en los grupos, no individualmente”, las actitudes se cambian por la interacción en grupos pequeños, “no con la información o la prédica” (*Aprender juntos y solos*, p. 102).

El trabajo multidisciplinario brinda la oportunidad para que los estudiantes cambien sus actitudes con una estructura de aprendizaje cooperativo. Esto significa que los proyectos de investigación son proyectos que integran curricularmente a diferentes áreas académicas y permiten desarrollar en los estudiantes diferentes capacidades de manera sistémica. Por ejemplo, en el proyecto “Plantas nativas de importancia medicinal de la comunidad X” pueden integrarse las áreas de biología, matemática, religión, lenguaje o comunicación. Los docentes de cada una de las áreas deberán definir anticipadamente qué capacidades esperan desarrollar en los estudiantes según su programación curricular. Luego deberán definir los roles de cada docente en la ejecución del proyecto; el docente de biología verá que la investigación se desarrolle de acuerdo con la temática curricular elegida sobre las plantas de importancia medicinal; el docente de matemática asesorará en la utilización de los criterios matemáticos y estadísticos que competen a dicha área y que se utilizan en la investigación; el docente de religión definirá el enfoque de la investigación considerando los elementos de la cosmovisión bíblica sobre las plantas, la enfermedad, la salud, la situación antes del pecado, después del pecado y la esperanza futura que la Biblia presenta sobre la re-creación de la naturaleza; el docente de lenguaje o comunicación establecerá los criterios de redacción del proyecto de investigación y sus resultados. También se deberá definir quién de estos docentes será el asesor metodológico, a fin de acompañar técnicamente todo el proceso de investigación.

En la investigación interdisciplinaria cada docente cumple la función de asesor en el área que le corresponde. Los estudiantes desarrollan sus capacidades de manera sistémica, los docentes los acompañan en la investigación y la reflexión sobre cómo los conceptos que se estudian en cada una de las asignaturas están

relacionados y se aplican en la vida cotidiana, haciendo que el aprendizaje y la investigación sean motivadores. Es así como los estudiantes pasan de ser simples receptores y repetidores de información a ser generadores de información y nuevos conocimientos.

Instancias que se deben considerar para la organización de las ferias de ciencia

1. Comisión organizadora

En cada institución educativa se deberá nombrar una comisión organizadora de feria de ciencias que establezca las bases de participación interna con los objetivos específicos, procesos, formatos, instancias (local, regional, nacional, etc.). Definirá las categorías de participación y las áreas temáticas. Establecerá el cronograma de ejecución y presupuesto.

Dependiendo de la realidad de cada institución o país, se recomienda que la comisión organizadora esté constituida por:

- Presidente
- Secretario
- Tesorero
- Integrantes:
 - Docente de nivel inicial o preescolar
 - Docente de nivel primario
 - Un docente especialista de nivel secundario por cada área temática de participación

La comisión organizadora es una comisión permanente de cada establecimiento. Los cargos pueden ser anuales.

Esta comisión será la encargada de establecer en forma anticipada todos los lineamientos referentes al proceso de investigación y, finalmente, será quien organizará la feria de ciencias propiamente dicha. Por eso, se recomienda conformarla antes de iniciado el año académico, en la etapa de planificación de las actividades. Respecto al periodo de elaboración y ejecución de los proyectos de investigación, debe comenzar juntamente con el año académico; de este modo se evitan improvisaciones, se fortalecen la seriedad y la disciplina que requiere la investigación.

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

2. *Categorías de participación*

Como se expresó en la reseña, en cada país existen entidades encargadas de la convocatoria, elaboración de las bases de participación y apoyo en la ejecución de las ferias de ciencias escolares. Por ejemplo, en el Perú es el Ministerio de Educación y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; en Chile es el Servicio Nacional de Patrimonio Cultural; en Argentina es el Ministerio de Educación; en Bolivia es el Ministerio de Educación a través del Viceministerio de Ciencia y Tecnología. Todas estas entidades organizan y apoyan la ejecución de las ferias de ciencias con la finalidad de brindar oportunidades a los estudiantes de diferentes niveles de escolaridad para que desarrollen sus habilidades investigativas. Por lo tanto, es conveniente prestar atención a los términos de participación establecidos en dichas bases.

Con el propósito de verificar las habilidades desarrolladas en los estudiantes, mas no con fines competitivos, se deben establecer criterios que permitan evaluar de manera más personalizada los logros que van alcanzando los estudiantes a través de los proyectos de investigación.

Un criterio importante para la organización del proceso investigativo que antecede a las ferias de ciencias es la edad cronológica del estudiante. Considerando los aportes de la teoría del desarrollo cognitivo desarrollada por Piaget, citado por Valdez (2014), el desarrollo del pensamiento está relacionado con la edad cronológica de la persona. En la etapa infantil predomina el aspecto sensoriomotor sincrético y global del pensamiento. Luego sigue el desarrollo del pensamiento preoperacional conceptual caracterizado por la formación de conceptos o ideas generales de manera intuitiva; a esta etapa le sigue la de las operaciones concretas, el niño aprende operaciones lógicas de seriación, de clasificación y otras; seguidamente está la etapa de operaciones formales, en donde ya adolescente aprende sistemas abstractos de pensamiento.

Por otro lado, White (2006) afirma que:

“Durante los primeros años de la vida de un niño su mente es más susceptible a las impresiones buenas o malas. Durante esos años hace progreso

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

decidido en la buena dirección o en la mala. Por un lado, se puede obtener mucha información sin valor; por otro lado, mucho conocimiento sólido y valioso. La fuerza del intelecto, el conocimiento sólido, son posesiones que no puede comprar el oro de Ofir. Su precio supera al del oro o de la plata" (*Consejos para los maestros*, p. 118).

Esto permite reflexionar sobre la importancia de las decisiones del docente para elegir qué enseñar y cómo hacerlo. La elección de los contenidos y los métodos de enseñanza son importantes. A través de lo que se enseña y cómo se enseña, el estudiante puede ser limitado únicamente a asimilar información, o bien brindarle la oportunidad para que analice la información existente, establezca relaciones, cree nueva información y desarrolle nuevo conocimiento. El aprendizaje basado en la indagación permite al estudiante aprender y pensar de manera inductiva, de causa a efecto, y reflexiva.

Se concluye entonces que existe relación entre la edad cronológica y el desarrollo del pensamiento. Por lo tanto, se sugiere que el trabajo investigativo que antecede a las ferias de ciencias se organice en grupos de dos o tres estudiantes en las siguientes categorías de participación, a fin de brindarles una atención más acorde a su edad:

Categoría	Cursos, grados o años de estudios	Edad cronológica
A:	Inicial	3 a 5 años
B:	1º y 2º (primaria)	6 y 7 años
C:	3º y 4º (primaria)	8 y 9 años
D:	5º y 6º (primaria)	10 y 11 años
E:	1º, 2º y 3º (secundario)	12 a 14 años
F:	4º, 5º y 6º (secundario)	15 a 17 años
G:	Superior o Universitario	18 o + años

Aclaración: La designación de cursos, grados o años de estudios y sus niveles depende de la organización de estos según cada país. Debido a ello se coloca la edad correspondiente.

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

3. Instancias o etapas de participación

En las ferias de ciencias organizadas por cada país, generalmente se consideran las siguientes instancias o etapas de participación:

INSTANCIA O ETAPA	ALCANCE
Primera	Ámbito local, a nivel de institución educativa
Segunda	Ámbito regional o provincial
Tercera	Ámbito nacional
Cuarta	Ámbito internacional

4. Áreas de participación

La investigación con juicio crítico y reflexivo no es un invento humano, nace y se fortalece en la mente de Dios. Cuando Dios creó al ser humano, le dio la tarea de administrar la naturaleza creada (Gén. 2:15) y de poner nombres a cada uno de los animales (Gén. 2:20). Estas tareas exigen el ejercicio de actitudes investigativas, juicio crítico y reflexivo.

White (2017) afirma:

“La búsqueda de la verdad recompensará a cada paso al investigador, y cada descubrimiento le proporcionará campos más ricos de investigación. Los hombres se transforman de acuerdo con aquello que contemplan. Si pensamientos y asuntos triviales ocupan la atención, el hombre será trivial. Si es tan negligente que no logra más que una comprensión superficial de la verdad de Dios, no recibirá las ricas bendiciones que Dios quisiera conferirle. Es una ley de la inteligencia que esta se empequeñezca o se ensanche en proporción a aquello con que se familiarice” (*Educación cristiana*, p. 258).

Este texto afirma que una investigación no es un sello definitivo de una determinada área del conocimiento; por el contrario, es una puerta que se abre a otras áreas o líneas de investigación.

La organización de las ferias de ciencias en los diversos países generalmente considera las subáreas de las ciencias natu-

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

rales, experimentales y la tecnología; no considera a las ciencias sociales, la religión y las artes. Las habilidades con las que Dios ha dotado al ser humano son múltiples, no se restringen únicamente a las ciencias experimentales y la tecnología. En este contexto resulta relevante el aprendizaje basado en la indagación porque permite a los estudiantes ejercitar y desarrollar habilidades indagatorias en múltiples áreas del conocimiento. Por lo tanto, las ferias de ciencias son senderos que conducen a los estudiantes a la solución de problemas de manera lógica, ordenada, haciendo uso del juicio crítico y la capacidad investigativa en las distintas áreas temáticas.

A continuación, se especifican algunas áreas y subáreas de investigación en las cuales el estudiante puede ejecutar su proyecto de investigación y participar de la feria de ciencias de acuerdo con su interés.

ÁREAS	SUBÁREAS
Ciencias naturales	Biología
	Física
	Química
Matemática	Matemática
Ciencias sociales y comportamiento	Historia
	Economía
	Sociología
	Derecho
	Arqueología
	Lingüística
	Comunicación
	Psicología
	Educación
	Antropología
Religión	Religión
Artes	Música
	Artes plásticas

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

ÁREAS	SUBÁREAS
Salud y medio ambiente	Salud en humanos y animales
	Salud laboral
	Desarrollo sostenible
	Nutrición
Ingeniería y tecnología	Tecnologías de la Información y la Comunicación
	Desarrollo de <i>software</i>
	Robótica
	<i>Hardware</i>
Ciencia de la Tierra y del espacio	Meteorología
	Geografía
	Geología
	Astronomía
	Medio ambiente

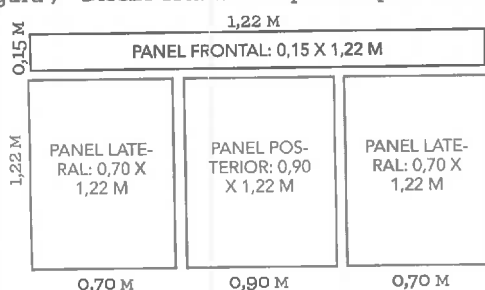
5. El stand de exposición

La exposición de los resultados de los trabajos de investigación en las ferias de ciencias se realiza usando stands, en donde los expositores colocan los contenidos principales del proceso investigativo llevados a cabo: resultados, análisis y conclusiones.

Las dimensiones de los stands están definidas por consenso internacional, sin embargo, puede haber ligeras variaciones. A continuación, se describen las características para la organización de los stands de exhibición de los trabajos en la feria de ciencias:

Generalmente se designa un espacio de aproximadamente 2 m x 1,5 m para cada stand.

Figura 7 - Diseño estándar de paneles para stand de exposición

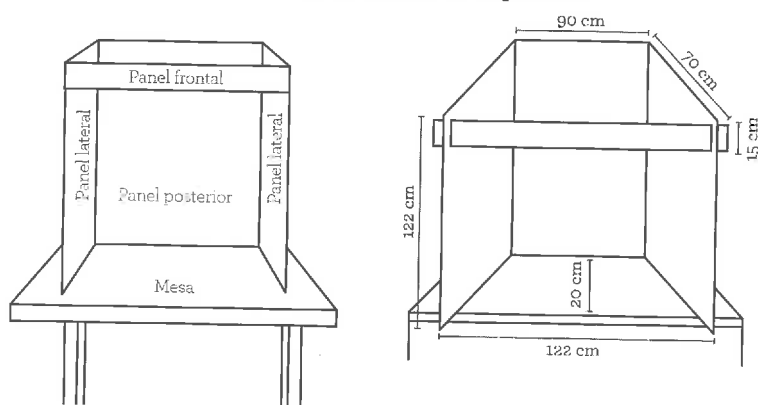


Fuente: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Perú.

El material para la elaboración de cada panel puede ser de madera terciada, fórmica, poliestireno expandido (o conocido como tecnopor, telgopor, plastoformo, plumavit, espuma plast o espuma-flex, según sea el país), cartón u otro material liviano, con bastidor de madera firme.

Todos los stands deben exhibir en su panel frontal el título del proyecto.

Figura 8 - Diseño del montaje de stands de exposición



Fuente: <http://cienciaenlaescuela.blogspot.com>

6. Organización de las áreas de participación para la exposición

La organización de las áreas en una feria de ciencias se realiza de tal manera que el público asistente ubique con facilidad el área de su interés. Con esta finalidad, se sugiere que el fondo del panel frontal del stand, en donde se escribe el título del proyecto, tenga un color diferenciado para cada área. La designación de los colores queda a criterio de la comisión organizadora, a manera de ejemplo se sugiere lo siguiente:

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

ÁREAS	COLOR DE FONDO
Ciencias naturales	Rojo
Matemática	Marrón
Ciencias sociales	Anaranjado
Religión	Celeste
Artes	Lila
Salud y medio ambiente	Verde
Tecnología	Amarillo
La Tierra y el espacio	Azul

7. Evaluación de las ferias de ciencias

La comisión organizadora nombra un equipo de evaluadores conformado por profesionales de acuerdo con cada una de las áreas de participación. Pueden ser docentes especialistas, médicos, ingenieros, psicólogos, profesionales financieros, nutricionistas y de otras profesiones, a quienes se les entrega anticipadamente las bases con los criterios e instrumentos de evaluación.

La comisión evaluadora de la feria de ciencias debe elaborar con sumo cuidado los criterios, indicadores y procedimientos que se han de aplicar en la evaluación, teniendo en cuenta los siguientes aspectos, entre otros:

- La evaluación tiene como finalidad fomentar la participación competente y creativa del alumno, pero no la rivalidad ni la competición.
- Ser competente significa estar habilitado para ejercer el dominio de una disciplina o área del conocimiento.
- El premio no es el móvil que impulsa al estudiante a participar en la feria de ciencias, sino que la motivación es la de aprender, descubrir nuevos conocimientos, servir a su comunidad y prepararse para la vida útil.
- La evaluación se realiza libre de subjetividad y con absoluta neutralidad por parte del equipo calificador.
- El equipo evaluador es conocedor del proceso de investigación tanto en las ciencias naturales como en las ciencias so-

ciales y la tecnología. Tiene dominio de la investigación con enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto.

- El evaluador usa palabras que estimulan la iniciativa, creatividad e inventiva de los estudiantes, se reserva los comentarios negativos que causen frustración y desánimo.
- El evaluador puede visitar los estands previamente sin identificarse como tal, con la finalidad de evaluar valores de comportamiento social de los estudiantes (respeto, cortesía, aceptación, discriminación y otros).
- La evaluación busca el desarrollo integral de los estudiantes, quienes además de alcanzar un elevado dominio en la investigación y la ciencia, son personas con valores éticos, morales y sociales, con actitud de servicio.

Organización de la información científica en el stand

En el nivel inicial

La organización de la información en el stand de exposición de los niños del nivel inicial es de carácter gráfico y concreto. Los materiales de su portafolio constituyen el principal contenido procesado que los niños utilizan en su exposición. También utilizan el material concreto de acuerdo con el tema elegido. Entre estos materiales están el papel, el plástico reciclable, los juguetes, las frutas, las semillas, los instrumentos musicales, etc. Ver el ejemplo desarrollado en la sección Protocolo de proyecto para el nivel Inicial o Preescolar, tratado en el capítulo IV (p. 119).

En el nivel primario y secundario

Los estudiantes del primero al segundo grado conservan gran parte de la naturaleza gráfica y concreta del nivel inicial en la organización del contenido de su stand. Se enfatiza la experiencia concreta y, a partir de ella, van conceptualizando sus aprendizajes. Ver ejemplo tratado en el capítulo IV, en protocolo de proyectos de investigación para el nivel primario.

En el ejemplo dado en el capítulo anterior acerca de la investigación sobre las vocales abiertas y cerradas, para un adulto (docentes, padres) quizás este sea un tema de investigación muy simple y hasta obvio; mas no es así para un niño de 6 a 8 años

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

que está fortaleciendo su lectoescritura. Para él es de suma importancia, porque mediante este estudio puede conceptualizar de manera práctica y hasta lúdica contenidos como lo son el de vocales abiertas y cerradas, que son tediosos para una clase rutinaria; además, de desarrollar el concepto de la importancia de la escritura de los diarios de la ciudad. Las tablas, los gráficos y los diarios subrayados fueron los principales materiales de exposición en la feria.

Existen diversas formas creativas de organizar la información científica en el panel de exposición, todas deben mantener una secuencia lógica que generalmente debe partir del problema y culminar en las conclusiones y recomendaciones.

Esta información puede organizarse en los paneles laterales y centrales del stand, tratando de que esté dosificado y distribuido de manera equitativa en los tres paneles. El texto debe ser legible, visible y entendible. Se pueden usar tablas, gráficos o figuras estadísticas, imágenes y fotos que acompañen al texto. Se sugiere, a modo de ejemplo, el siguiente bosquejo:

- a.** Resumen: presentar la síntesis de la investigación realizada y su contexto.
- b.** Problema.
- c.** Hipótesis: si es que se usó en la investigación.
- d.** Diseño de la investigación.
- e.** Resultados.
- f.** Conclusiones.
- g.** Recomendaciones.

Figura 9 - Organización de la información en los estands de exposición



Sobre la expresión oral, White (1999) afirma:

“Cuando hablen, que cada palabra esté completa y bien modulada, que cada frase sea clara y distinta hasta la palabra final. Muchas personas, al llegar al fin de una sentencia, disminuyen el tono de la voz, hablando en forma tan indistinta que se destruye la fuerza del pensamiento. Las palabras que merecen ser habladas, merecen ser dichas con una voz clara y distinta, con énfasis y expresión. Pero nunca escojan palabras que den la impresión de que son sabios. Cuanto mayor sea vuestra sencillez, mejor se entenderán vuestras palabras” (*El colportor evangélico*, p. 81).

Es una oportunidad excelente para que los estudiantes puedan desarrollar la expresión oral, tema programático en todos los años de escolaridad en el área de lengua y comunicación. Este espacio brinda la oportunidad de que los niños y los jóvenes puedan, de manera real y en un contexto altamente significativo, desarrollar esta competencia.

A las ferias científicas asisten generalmente personas con inquietudes intelectuales, motivadas por conocer los resultados de las últimas investigaciones. Asisten estudiantes, profesionales y padres de familia interesados en el quehacer científico y tecnológico. Por lo tanto, en la comunicación oral de los resultados de la investigación, el investigador hace uso del lenguaje verbal y del lenguaje no verbal al exponer de manera argumentativa sus resultados y conclusiones. Las mímicas, los gestos, el movimiento de los brazos, sincronizados con el lenguaje verbal, harán que el investigador cumpla de manera eficiente su objetivo de comunicar los resultados de su investigación.

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

Figura 10 - Condiciones para la comunicación científica oral



Estrategias para la práctica de valores en el Aprendizaje Basado en la Indagación

A continuación, se transcriben de manera contextualizada algunas estrategias para la práctica de valores en la labor docente, propuestas por el Instituto de Educación Cristiana del Departamento de Educación de la Asociación General de la Iglesia Adventista del Séptimo Día:

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

VALOR	DESCRIPCIÓN
Aceptación	Anime al estudiante cuyos resultados de sus trabajos no son perfectos a pesar de haberse esforzado dando lo mejor de sí.
Actitud positiva	Sea optimista y no se espacie en asuntos negativos.
Autodisciplina	Estimule al estudiante a practicar el auto-control y aceptar las dificultades y los errores como parte del proceso de aprendizaje.
Autorrespeto	Haga notar al estudiante que lo valora, así como también valora sus contribuciones positivas en la clase y sus intentos al emprender un trabajo de investigación científica.
Habilidad constructiva y estética	Reconozca la calidad del estudiante en la construcción de maquetas, montajes experimentales, presentación de informes pulcros, etc.; use palabras de aprecio y aceptación con una suave palmada en el hombro.
Claridad en la comunicación	Comunique con claridad las ideas y los conceptos al estudiante y anímelo a participar en las discusiones, a expresar sus ideas en la clase, a realizar exposiciones en el aula, a contestar preguntas y a usar la terminología técnica acorde a la disciplina científica.
Competencia	Anime al estudiante a adquirir destrezas para cumplir las tareas con eficiencia.
Confianza	Programe tareas que el estudiante sea capaz de cumplir. Si fuere menester, brinde instrucciones claras y ayuda personal. Felicite por un trabajo bien hecho y estimule la sensibilidad y la sutileza en la corrección de los errores.

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

VALOR	DESCRIPCIÓN
Economía	Desanime el derroche y tome en cuenta el valor de los recursos y de los materiales que deben ser usados con fines positivos.
Cooperación	Brinde oportunidad de trabajo en grupo y estimule al estudiante a trabajar con los demás y por los demás.
Creatividad	Manifieste creatividad y ponga ante el estudiante el desafío de aplicar principios científicos al elaborar diseños experimentales y no experimentales, animándolo a diseñar sus propios proyectos de investigación.
Dignidad del trabajo	Demuestre a los estudiantes que aun el trabajo más sencillo, pero bien hecho, significa que se ha cumplido con la tarea cuando se ha puesto todo el empeño.
Entusiasmo	Manifieste entusiasmo hacia su materia, el estudiante seguirá sus pasos.
Flexibilidad	Dispóngase a aceptar los puntos de vista de los demás y sus métodos para resolver un problema.
Honestidad	Muestre honestidad en palabra, acción, y uso del tiempo y de los materiales. Requiera y premie la honestidad del estudiante.
Humildad	Muestre humildad estando preparado para reconocer y admitir sus propias fallas y errores, y que un trabajo de investigación realizado no significa haber llegado al conocimiento de la verdad absoluta.
Identificación	Identifíquese totalmente con las actividades del aula y la investigación, luego espere lo mismo de los estudiantes.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

VALOR	DESCRIPCIÓN
Iniciativa	Dé al estudiante instrucciones generales y anímelo a delinear su propio trabajo de investigación y su ejecución.
Ingenio	Estimule el ingenio en la creación y la construcción de sus montajes experimentales, procurando utilizar al máximo materiales descartables.
Laboriosidad / Productividad	Motive y pida al estudiante que complete en su totalidad la ejecución de sus proyectos; brinde orientación de modo que los proyectos estén dentro de lo “alcanzable” para el estudiante.
Limpieza	Provea al estudiante de un ambiente de trabajo limpio y anímelo a conservar limpias las mesas de trabajo, los instrumentos de laboratorio y otros. Haga accesibles al estudiante los utensilios de limpieza.
Orden	Asigne un lugar para cada cosa y requiera que una vez usada vuelva a su lugar.
Paciencia	Esté preparado para explicar un procedimiento, un concepto o cada etapa de la investigación a un estudiante lento las veces que fuesen necesarias y, si es posible, de modos diferentes.
Planificación	Muestre a los estudiantes cómo elaborar una secuencia de actividades para su trabajo de investigación, una lista de materiales y la distribución del tiempo necesarios para su ejecución.
Precisión	Usted, como docente, debería siempre dar un buen ejemplo de suma precisión al realizar sus trabajos, ya sea en el laboratorio delante de todos los estudiantes o de uno solo. Luego requiera de sus estudiantes diseños y formas precisas de trabajo.

CAPÍTULO V – La comunicación científica y las ferias...

VALOR	DESCRIPCIÓN
Puntualidad	Esté siempre a tiempo para sus clases y espere lo mismo de sus estudiantes. Planifique plazos para completar proyectos de investigación mediante un cronograma escrito, luego controle las fechas convenidas en el cronograma.
Respeto por la propiedad ajena	Estimule al estudiante a tratar la propiedad de los otros como quisiera que los demás trataran la suya.
Respeto por los derechos de los demás	Estimule al estudiante a adoptar una actitud positiva hacia los derechos de los otros miembros de la clase. Por ejemplo, el cumplimiento de normas de conducta establecidas reduce la probabilidad de accidentes en el laboratorio o en cualquier ambiente de trabajo.
Respeto por la calidad de trabajo producido por uno mismo	Motive a los estudiantes a hacer lo mejor y felicítelos cuando se desenvuelvan bien.
Responsabilidad	Explique a los estudiantes que el privilegio de usar instrumentos de laboratorio en la realización de sus trabajos conlleva la responsabilidad de que dichos instrumentos retornen a su lugar una vez terminada la tarea.
Seguridad	Sea un ejemplo en proveer siempre a los estudiantes de un ambiente de trabajo seguro.
Sensibilidad	Anime a quien no alcanza el rendimiento esperado y desanime la crítica negativa por parte del grupo de compañeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahokoski, E., M. Korventausta, K. Veermans y T. Jaakkola. "Teacher's experiences of an inquiry learning training course in Finland", en *Science Education International*. Vol. 28:4. 2017. Pp. 305-314.

Alemán, R. A. "Alcances y limitaciones del método científico". 2012. Recuperado el 16 de agosto de 2019 de: acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062055.pdf

Aramendi, J., R. Arburua y K. Buján. "El aprendizaje basado en la indagación en la enseñanza secundaria", en *Revista de Investigación Educativa*. 36(1). Universidad del País Vasco, 2018. Pp. 109-124.

Ark of Inquiry. "Inquiry activities are engaging and they can promote pupils' RRI awareness". 2018. Recuperado de: arkofinquiry.eu/news

Ashton, J. *Evolución imposible*. Buenos aires: Asociación Casa Editora Sudamericana, 2012.

Asuad, N y C. Vázquez. "Marco lógico de la investigación científica". 2014. Recuperado el 8 de mayo de 2019 de: economia.unam.mx/cedrus/descargas/Metodo%20Cientifico.pdf

Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA). "Approaches to learning. Inquiry Based Learning". Australia, 2017. Recuperado de: australiancurriculum.edu.au/media/1360/lutheran-education-queensland-inquiry-based-learning.pdf

Bastida-Bastida, D. "Adaptación del modelo 5E con el uso de herramientas digitales para la educación: propuesta para el docente de ciencias", en *Revista Científica*. 34(1). 2019. Pp. 73-80. Recuperado de: revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/13520

Brantley P. y D. Fryson. "Can education be Adventist and excellent, too?", en *Adventist Review*. 1999. Recuperado de: adventistreview.org/archives/2004-1518/story2.html

Bunge, M. *La ciencia. Su método y su filosofía*. Buenos aires: Editorial Sudamericana, 2001.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burke, B. "The ITEEA 6E Learning byDeSIGN™ Model: Maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom", en *Technology and Engineering Teacher*. Vol. 73:6. Marzo de 2014. Pp. 14-19.

Bybee, W., J. Taylor, A. Gardner, P. Van Scotter, J. Powell, A. Westbrook y N. Landers. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado, EE.UU., 2005. P. 49.

Bybee, Rodger. *Achieving Scientific Literacy*. Portsmouth: Heinemann, 1997.

Cadwalader, E.M. *Filosofía básica de la educación adventista*. Libertador San Martín: Universidad Adventista del Plata, 1997.

Cairns, D. y S. Areepattamannil. "Exploring the relations of Inquiry-Based Teaching to science achievement and dispositions in 54 countries", en *Research in Science Education*. 49(1). Suiza: Springer Netherlands, febrero de 2019. Pp. 1-23.

Camacho, H., Casilla, D. y Finol de Franco, M. "La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación". 2008. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/761/76111491014.pdf>

Carrasco, S. *Metodología de la investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos, 2009.

Cárdenas, F. y K. Padilla. "La indagación y la enseñanza de las ciencias". 2012. Recuperado de: scielo.org.mx/pdf/eq/v23n4/v23n4a2.pdf

Centro Mario Molina. *Programa de Educación en cambio climático. Manual del docente*. México: Primera edición, 2018.

Charaja, F. *El MAPIC en la metodología de investigación*. Puno, Perú: Sagitario Impresores, 2009.

Chin, ET. y FL. Lin. "A survey of the practice of a large-scale implementation of inquiry-based mathematics teaching: from Taiwan's perspective", en *ZDM Mathematics Education*. 45:919. 2013. Recuperado de: link.springer.com/article/10.1007/s11858-013-0546-y#citeas

Colciencias y FENCIYT. Colombia. Recuperado de: legadoweb.colciencias.gov.co/noticias/feria-nacional-infantil-y-juvenil-de-ciencia-tecnolog-e-innovaci-n-0

Iglesia Adventista del Séptimo Día. *Comentario Bíblico Adventista del Séptimo Día*, t. 1. Buenos Aires: Asociación Casa Editora Sudamericana, 2008.

Cortés, C., V. Flores y M. Sánchez. *Conjunto de guías desde el modelo 5E, como propuesta pedagógica para la enseñanza del eje Tierra y Universo en Educación Media*. Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2011. 198 páginas.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Cristobal, C. y H. García. *La indagación científica para la enseñanza de las ciencias*. 2013. Recuperado de: revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedela-ciencia/issue/view/6

Deiana, A., D. Granados, y F. Sardella. "El método científico". San Juan: Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de San Juan, 2018. Recuperado el 8 de mayo de 2019 de: fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/MetodoCientifico.pdf

Delgado, A. "Cambio educativo: Un tema crucial", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Vol. 15, nº 47. 2010. Pp. 1.147-1.152.

Dyasi, H., W. Harlen, M. Figuerora, P. Lena y P. López. *La Enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica. Antología sobre Indagación*. Ciudad de México: Ed. Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, 2015. 59 páginas.

ECBI-Chile. "Método indagatorio. Indagación científica y su adecuación en el desarrollo curricular". Recuperado de: ecbichile.cl/home/metodo-indagatorio/

Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI). "Método indagatorio". Chile. Recuperado de: ecbichile.cl/home/metodo-indagatorio/

Eisenkraft, Arthur. "Expanding the 5E Model. NSTA WebNews Digest". EE.UU.: National Science Teachers Association, 2003. Recuperado de: nsta.org/publications/news/story.aspx?id=48547

Fondo Nacional de Desarrollo de la Educación Peruana (FONDEP). *La indagación, una ruta para aprender a conocer desde edades tempranas*. Perú: Ministerio de Educación del Perú, 2013. 60 páginas.

_____. "La indagación, una ruta para aprender a conocer desde edades tempranas". 2013. Recuperado de: fondep.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/La_indagacion.pdf

Galeano, M. "Diseño de proyectos en la investigación cualitativa", en *Revista teoría y praxis investigativa*. Vol. 2, nº 2. Centro de Investigación y Desarrollo, 2004. P. 78. Recuperado el 26 de abril de 2019 de: issuu.com/teoriaypraxisinvestigativa/docs/teoria_y_praxis_v2_n2

González-Weil, C., M. Cortéz, P. Bravo, Y. Ibaceta, K. Cuevas, P. Quiñones, J. Maturana y A. Abarcaa. "La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM". 2012. Recuperado el 28 de abril de 2019 de: scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v38n2/arto6.pdf

Gómez, S. *Metodología de la investigación*. México: Red Tercer Milenio, 2012.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Harlen, Wynne. *Assessment & Inquiry-Based Science Education. Issues in Policy and practice (SEP)*. Italia: Ed. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme, 2013. 90 páginas.

Hernández, R., C. Fernández y P. Baptista. *Metodología de la investigación*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2010.

Hernández, F., A. Forés, J. Sancho, J. Anton, S. Casablancas, A. Creus, F. Herraiz y C. Padró. "Aprender desde la indagación en la universidad". 2011. Recuperado de: ub.edu/ice/sites/default/files//docs/qdu/19cuaderno.pdf

IANAS. *Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Promoviendo cambios en la enseñanza de las ciencias en las Américas*. México: Ed. Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2017. 82 páginas.

Kähkönen, A. "Models of inquiry and the Irresistible 6E Model", en *IRRESISTIBLE*. 2016. Recuperado de: irresistible-project.eu/index.php/pt/blog-pt/168-models-of-inquiry-and-the-irresistible-6e-model

Instituto de Educación cristiana. *Guía curricular para la enseñanza de la educación adventista*. Departamento de Educación de la AGI ASD, 1992. 22 páginas.

Johnson, D. y R. Johnson. *Aprender juntos y solos*. Buenos Aires: Prentice Hall, Inc. AIQUE, 1999.

Kang, J. "Benefits of Inquiry-based Learning in Science Education: Evidence from PISA". Doctoral dissertation. Finlandia: University of Eastern, 2017. Recuperado de: uef.fi/en/-/tutkivan-oppimisen-menetelma-vahvistaa-merkit-tavasti-oppimista

Kask, K. y M. Rannikmäe. "Estonian teachers' readiness to promote inquiry skills among students", en *Journal of Baltic Science Education*. N° 1(9). Estonia, 2006. Pp. 5-16.

Kerlinger, F. *Investigación del comportamiento*. México: Editorial MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2002.

Kiyohara, Yoichi. "How we learn for better science education: Improvement of science education in Japan", en *Elementary and Secondary Education Bureau*. Japón, 2017. Recuperado de: mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2017/08/01/1388524_06.pdf

Knight, G. *Filosofía y educación: Una introducción en la perspectiva cristiana*. Miami, Florida: Asociación Publicadora Interamericana, 2002.

Labate, H. "Cuando aparece la pregunta del 'por qué' surge la curiosidad y la indagación científica", en *Panorama*. 2018. Recuperado de: panorama.oei.org.ar/cuando-aparece-la-pregunta-del-por-que-surge-la-curiosidad-y-la-indagacion-cientifica/

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Lawson, A. E. "Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales", en *Revista de Enseñanza de las ciencias*. 12(2). Tempe: Arizona State University, 1994. Pp. 165-187. Recuperado de: raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21356/93311

Macedo, B. *Educación científica*. París: Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2016.

Ministerio de Educación del Perú. *El Perú en PISA 2015: Informe nacional de resultados*. Lima: Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes, 2017.

Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Argentina. Recuperado de: argentina.gob.ar/educacion

Ministerio de Educación del Ecuador. Recuperado de: educacion.gob.ec/xi-ii-feria-escolar-de-ciencia-y-tecnologia-reune-a-estudiantes-de-ecuador-y-peru/

Ministerio de Educación, SPIyCE del Gobierno de Córdoba. "Las 5E". Córdoba, 2014. Recuperado de: igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/2014-Fortalecimiento_Secundaria/Biologia3/Las_5E.pdf

Näslund-Hadley, E., E. Martínez, A. Loera; J. Hernández-Agromonte. *El camino hacia el éxito en matemáticas y ciencias: desafíos y triunfos en Paraguay*. Banco Interamericano de Desarrollo, División de Educación. 2012. 40 páginas.

OECD. "PISA 2015: Resultados Claves". 2016. Recuperado de: oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf

Ontario Ministry of Education. "The Full-Day Early Learning - Kindergarten Program". 2010. Recuperado de: edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/kindergarten.html

Oshima, J., R. Oshima, I. Murayma, Sh. Inagaki, M. Takenaka, H. Nakayama y E. Yamaguchi. "Design experiments in Japanese elementary science education with computer support for collaborative learning: hypothesis testing and collaborative construction", en *Int.J.Sci.Educ.* Vol. 26, n° 10. Agosto de 2004. Pp. 1.199-1.221. Recuperado de: citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.670.2787&rep=rep1&type=pdf

Pedaste, M., M. Maeots, L. Siiman. T. de Jong, S. Van Riesen, E. Kamp, C. Manoli, Z. Zacharia y E. Tsourlidaki. "Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle", en *Educational Research Review* 14. Elsevier, 2015. Pp. 47-61.

Ministry of Education and Research. "Learning approach". Republica de Estonia, 2018. Recuperado de: hm.ee/en/learning-approach

Reyes, F. y Padilla, K. "La indagación y la enseñanza de las ciencias", en *Revista Educación Química*. 23(4). Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. Pp. 415-442.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rocha, G., A. Rodríguez y F. Rosa. *Using ICT in Inquiry-Based Science Education*. Suiza: Ed. Springer, 2019.

Rodríguez, R. "Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias", en *Sophia*. 14(1). Colombia: Universidad La Gran Colombia, 2018. Pp. 51-64.

Rojas, R. *Guía para realizar investigaciones sociales*. México: Plaza y Valdez Editores, 2013.

Rosa, S. M. "Proyectos de investigación en los estudios universitarios: progreso de la observación a la indagación", en *Rev. Enseñanza de las Ciencias*. 37:1. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, 2019. Pp. 195-211. Recuperado de: ensciencias.uab.es/article/view/v37-n1-rosa/2607-pdf-es

Sachiko, T. "Comparing U.S. and Japanese Inquiry-Based Science Practices in Middle Schools", en *Middle Grades Research Journal*. Vol. 6, n° 1. 2011. Pp. 29-46. Recuperado de: eric.ed.gov/?id=EJ947798

Shibata, T., K. Sato y R. Ikejiri. "Generating Questions for Inquiry-Based Learning of History in Elementary Schools by Using Stereoscopic 3D Images", en *IEICE Trans. Electron*. Vol. E100-C, n° 11. Noviembre de 2017. Recuperado de: pdfs.semanticscholar.org/0948/4150819658f5c792120711ba84ef8fb2bed.pdf

Sierra, R. *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Madrid: Ediciones Paraninfo SA, 1998.

Sistema de Evaluación de Aprendizaje (SEA). "Informe prueba formativa", en *Modelo de enseñanza de las ciencias por indagación*. 2017. Recuperado de: anep.edu.uy/sea/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-de-CIENCIAS-Fo-co-1_-Formativas-2017.pdf

Tabios, G. y M. Sumida. "A comparative study of the elementary science curriculum of Philippines and Japan", *愛媛大学教育学部紀要 第52巻 第1号* 167~180 2005. Recuperado de: citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.528.4187&rep=rep1&type=pdf

Tan, A., Ch. Poon, y Sh. Lim. *Inquiry into the Singapore Science Classroom*. Singapur: Ed. Springer, 2014.

UNESCO. "Introduction to inquiry. An online course for teachers to learn about the Inquiry Learning Cycle", en *Ark of Inquiry: Inquiry Awards for Youth over Europe*. 2013.

UNESCO. "Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción", en *UNESDOC Biblioteca Digital*. 2016. Recuperado de: unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Valdez, A. *Etapas del desarrollo cognitivo de Piaget*. México: Universidad Marista de Guadalajara, 2014.

Vásquez, A. "Conceptos de comunicación científica para clubes de ciencia." República Oriental del Uruguay: Ministerio de Educación y Cultura, 2009. Recuperado el 22 de abril de: mec.gub.uy/mecweb/mec2017/container.jsp?contentid=85381&site=5&channel=mec&3colid=85381

Viceministerio de Ciencia y Tecnología de Bolivia. Recuperado de: minedu.gob.bo/index.php?option=com_djmediatools&view=category&id=61&Itemid=949 y ferias.educabolivia.bo/

Yañes, D. "Investigación explicativa". 2018. Recuperado el 2 de mayo de 2019 de: lifeder.com/investigacion-explicativa/

Veith, W. *El conflicto del génesis*. Canadá: Amazing Discoveries Charitable Foundation PO Box 189, 2001.

White, E. G. de. *La educación cristiana*. Buenos Aires: Asociación Casa Editora Sudamericana, 2004.

_____. *Consejos para los maestros*. Buenos Aires: Asociación Casa Editora Sudamericana, 2006.

_____. *El colportor evangélico*. Buenos Aires: Asociación Casa Editora Sudamericana, 1999.

APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN



Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) está centrado en la metodología homónima que presenta un ciclo de aprendizaje, cuyos autores han denominado CEE-REE (Conectar, Explorar, Explicar, Reflexionar, Elaborar y Evaluar). Este método instruccional está basado en las 5E propuestas por el Biological Sciences Curriculum Study.

Este modelo sugiere la reflexión como fase distintiva en el proceso de aprendizaje, donde se promueve el desarrollo de actitudes y valores cristianos. Mediante el uso del pensamiento complejo, se fomenta el desarrollo personal, y el amor al prójimo y a Dios.

Es el deseo de los autores que los docentes vislumbren que el ABI, mediado con el ciclo de aprendizaje CEE-REE, posibilita el cumplimiento de la misión encomendada por el Maestro de Galilea.

Alfonso Paredes Aguirre es docente principal de investigación científica en pregrado y posgrado de la Universidad Peruana Unión, Bachiller en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Trujillo), Magíster en Investigación y Docencia Universitaria (UNFV) y Doctor en Administración. Tiene 35 años de experiencia en la docencia universitaria.

Santos Príncipe Anticona es profesor de Biología y Química, Magíster y Doctor en Gestión Educativa (Universidad Peruana Unión). Hace 24 años ejerce la docencia en educación básica y universitaria, y es autor de *El método científico de investigación en la educación básica*.



editorial**aces**.com



H0000011330