



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

Dr. Fredy Quispe Victoria



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA

**Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales**



Dr. Fredy Quispe Victoria

ICA - PERÚ

2024



FACTORES QUE EXPLICAN LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA ANALIZADOS MEDIANTE MODELAMIENTO POR ECUACIONES ESTRUCTURALES

© Fredy Quispe Victoria

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4192-9695>

Editada por:

© Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" (UNICA) - **Fondo Editorial Digital "San Luis Gonzaga"**

Dirección: Prolog. Ayabaca C-9 Urb. San José - Ica., Perú

ISNI: 0000 0001 0744 6628

fondoeditorialdigital@unica.edu.pe

Portal Web: <https://unica.edu.pe/>

Primera edición digital: Julio 2024

Libro digital disponible en: <https://fondoeditorial.unica.edu.pe/>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 202406996

ISBN: 978-612-5148-07-0

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de este libro, así como el tratamiento de su información y la transmisión de cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin la autorización previa y por escrito de los titulares del copyright.



Tabla de Contenido

Introducción	6
1. Objetivos	8
2. Bases teóricas.....	9
2.1. Desarrollo histórico de la categoría ‘alfabetización científica’	9
2.2. Enfoques teóricos de la alfabetización científica (AC).....	11
2.3. Importancia de la AC y su estado actual	12
2.4. Variables implicadas con la AC en el campo educativo	13
3. Marco conceptual.....	15
3.1. Acerca de la AC y categorías afines	15
3.2. Definición de la alfabetización científica (AC)	16
3.3. La alfabetización científica como competencia	19
3.4. Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)	22
3.5. Autoeficacia de las TIC.....	23
3.6. Uso de las TIC.....	24
3.7. Disfrute del aprendizaje de la ciencia	24
3.8. Motivación instrumental de la ciencia	25
3.9. Nivel socioeconómico	25
3.10. Marco filosófico	26
4. Desarrollo.....	27
4.1. Formulación de hipótesis	27
4.2. Identificación de variables	36
4.3. Definición operativa de variables e indicadores	37
5. Metodología	41
5.1. Tipo de investigación	41



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

5.2.	Nivel de investigación.....	41
5.3.	Métodos de investigación.....	42
5.4.	Diseño de investigación	42
5.5.	Población, muestra y muestreo	43
5.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.1.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	53
5.7.	Descripción de la prueba de hipótesis.....	53
5.8.	Presentación e interpretación de datos	54
5.8.1.	Análisis de los resultados de la alfabetización científica.....	54
5.8.2.	Análisis de los resultados del uso de las TIC.....	57
5.8.3.	Análisis de los resultados de la autoeficacia de las TIC	59
5.8.4.	Análisis de los resultados sobre el disfrute del aprendizaje de la ciencia.....	60
5.8.5.	Análisis de los resultados sobre la motivación instrumental de la ciencia	61
5.8.6.	Análisis de los resultados del nivel socioeconómico	63
5.8.7.	Análisis de los resultados acerca del modelo de la alfabetización científica propuesto.....	66
	Discusión de resultados.....	76
	Conclusiones	80



Introducción

Un adecuado nivel de alfabetización científica es uno de los propósitos de aprendizaje más valorados de todo sistema educativo al culminar la trayectoria de formación de sus estudiantes. El Ministerio de Educación (MINEDU) ha declarado explícitamente este propósito en el perfil de egreso, bajo los siguientes términos: “El estudiante indaga y comprende el mundo natural y artificial utilizando conocimientos científicos en diálogo con saberes locales para mejorar la calidad de vida y cuidando la naturaleza.” (MINEDU, 2017a, p. 16).

Siendo la alfabetización científica una competencia general cuyo nivel de desempeño depende, para su formación, de ciertos factores que pueden ser de tipo psicológico, pedagógico y sociocultural; se han desarrollado algunos intentos por comprender los factores y mecanismos que conducen a un mejor desempeño de la alfabetización científica, el MINEDU ha analizado los factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos según los datos de PISA 2015, reconociendo en dicho análisis la importancia de las actitudes relacionadas con la ciencia, las creencias científicas, estrategias pedagógicas y contextos para el aprendizaje de la ciencia (MINEDU, 2020).

En un estudio con big data, Lizhnina y Kismihók (2022) construyeron modelos lineales jerárquicos (HLM) para explorar las relaciones entre las actitudes hacia las TIC y la alfabetización matemática y científica. Estos investigadores hallaron que la autonomía de las TIC fue una variable importante en los modelos RF (Algoritmos de Bloques Aleatorios), y las asociaciones entre esta actitud y las puntuaciones de alfabetización en HLM (Modelos Lineales Jerárquicos) fueron significativas y positivas, mientras que, para otras actitudes hacia las TIC, las asociaciones fueron negativas (TIC en la interacción social) o no significativas (competencia TIC e interés TIC).

Al evaluarse en los estudiantes la disponibilidad de las TIC, el uso de las TIC y las actitudes hacia las TIC (Índice del Desarrollo de las TIC) y su impacto en el rendimiento en ciencias en base a los datos de PISA 2015, se hallaron que estas puntuaciones aumentaban en América del Sur y América Latina, mientras que en países de Europa las varianzas explicadas disminuían (Arpacı et al., 2021). Este resultado revela que una forma de alfabetización tecnológica en los estudiantes puede ser un elemento que contribuya con el aprendizaje en ciencias.

Los resultados de She et al. (2019) sobre el impacto de las creencias epistémicas de la ciencia en la alfabetización científica, mostraron, mediante los resultados de la regresión, que el predictor más sólido del rendimiento de los alumnos en alfabetización científica son las creencias epistémicas sobre la ciencia, seguidas del tiempo de aprendizaje, el interés por temas científicos amplios, la



motivación por el rendimiento, las prácticas de enseñanza y aprendizaje de la ciencia basadas en la indagación y la autoeficacia científica.

De manera similar, el estudio de Huang et al. (2021) relaciona el desempeño de las ciencias y algunas variables motivacionales (disfrute en el aprendizaje de las ciencias y la motivación instrumental), el uso de las TIC en el aprendizaje, la autoeficacia en las TIC y el nivel socioeconómico, en estudiantes de 15 años de Asia oriental (Japón, Corea, China Continental, Taiwán, Hong Kong y Macao). En este estudio se encontró que el uso de las TIC fue un factor que no contribuye con el desempeño en las ciencias, a diferencias de los demás factores.

Basados en los resultados de estos estudios se puede afirmar que la alfabetización científica, como una variable de desempeño, está en relación e influencia de variables de diferente procedencia y tipología. En este sentido, las variables que tienen que ver con el uso de las TIC para el aprendizaje parecen estar fuertemente vinculadas con diferentes niveles de desempeño científico, tal como se sustenta en los fundamentos del Currículo Nacional de la Educación Básica (MINEDU, 2017a).

Aunque hay una tendencia por el uso masivo de las TIC y el trabajo con grandes cantidades de información y en colectivos (MINEDU, 2017), es importante considerar que no necesariamente estas tendencias son fructíferas para el desarrollo de la alfabetización científica (Huang et al., 2021). Está claro que hay estudios que argumentan al favor de este aprovechamiento y otras son más cautelosas al respecto. En un estudio de revisión sistemática, Aguaded et al. (2022) sobre diferentes formas de alfabetización digital identifican el análisis de dos etapas en este proceso: reflexiones sobre la educación mediática en su diversidad terminológica-lógica (2000-2012) y medición, implementación, formación y digitalización *educomunicativa* en términos de desarrollo tecnológico-digital (2013-2021). De este estudio se desprende que no basta con la masificación de las TIC, sino también es necesario una especie de “digitalización cultural” que debe partir de una crítica saludable de este uso.

En esta misma línea Sun et al. (2022) analizan los efectos de las TIC en el desarrollo de las Habilidades de Pensamiento Científico de Orden Superior (S-HOTS) de los alumnos y afirman que es un tema controvertido en la investigación de la enseñanza de las ciencias. Sun y sus colaboradores demuestran cómo la disponibilidad, la frecuencia de uso y el tiempo de uso de las TIC afectan al S-HOTS. Por otro lado, mediante un análisis comparativo de los resultados obtenidos por estudiantes chinos y finlandeses demostraron que el uso de las TIC en la escuela tiene un efecto negativo sobre el S-HOTS, especialmente el tiempo de uso de las TIC en la escuela. Otro dato relevante afirma que el uso de una pizarra interactiva afecta positiva y significativamente al S-HOTS.



Dong y Kula (2022) analizaron el impacto de diferentes intensidades de uso de los dispositivos digitales con fines académicos en la alfabetización científica en estudiantes de 15 años de diferentes países hallados en los resultados de PISA 2015. Los resultados de estas investigaciones indican que cuando no se diferencia la ubicación del uso de los dispositivos, se halló que un mayor uso puede ayudar a los estudiantes a mejorar sus desempeños en ciencias, mientras que cuando se considera un uso escolar y extraescolar por separado, se descubrió que los resultados positivos anteriores están impulsados por el uso de dispositivos digitales fuera de las Instituciones Educativas y que hay más resultados negativos de un uso mayor de dispositivos en las Instituciones Educativas.

Estos resultados, que, aparentemente, son contradictorios porque no definen con claridad si las TIC en ámbito educativo contribuyen o no en la alfabetización científica de estudiantes de educación básica, abre una posibilidad para seguir investigando sobre aquellos factores plausibles que intervienen en la alfabetización científica.

Si se cuentan con ciertas evidencias que las TIC y otros factores asociados intervienen en el desarrollo de la alfabetización científica en estudiantes de educación básica, pero los datos difundidos no son concluyentes con respecto a la influencia de algunos factores sobre el desarrollo de la alfabetización científica, entonces se debe saber más acerca de los diferentes factores que coadyuvan limitan en el desarrollo o de la alfabetización científica en estudiantes del nivel secundario.

En el caso particular de los estudiantes de secundaria de la región de Huancavelica y de acuerdo al reporte de la Evaluación Regional EREHUA sobre el desempeño en el área de ciencias se encontró que para el año 2022, los estudiantes alcanzaron un 67% en nivel de inicio, 23% en proceso, 9% en logro previsto y 1% en nivel destacado (UGELH, 2023). Como se ha podido advertir, los datos evidencian lo negativo del nivel de desempeño de los estudiantes en ciencias, ya que aproximadamente dos terceras partes de los estudiantes no han llegado a desarrollar las competencias del área de Ciencia y Tecnología; en esta medida se justifica la necesidad de estudiar los factores implicados en la alfabetización científica. Limitaciones en los colegios

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue evaluar y encuestar a estudiantes del quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica sobre la alfabetización científica y algunos factores relacionados, y posteriormente proponer y validar un modelo de asociación entre variables mediante la técnica de Modelamiento de Ecuaciones Estructurales (SEM).

1. Objetivos

Establecer, mediante un modelo teórico, que el uso de las TIC en el aprendizaje, la autoeficacia de las TIC, disfrute del aprendizaje de la ciencia, la motivación instrumental de la



ciencia y el nivel socioeconómico explican las puntuaciones en alfabetización científica en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de Huancavelica.

2. Bases teóricas

2.1. Desarrollo histórico de la categoría ‘alfabetización científica’

DeBoer (2000) realiza una detallada revisión histórica de la alfabetización científica en un artículo del año 2000, estableciendo algunas etapas: antes de los 50’ y finales de 1950 a 1983. En la Tabla 1 se resumen brevemente el desarrollo de la AC incluyendo los desarrollos posteriores a la década de los 80, incorporando las nuevas perspectivas que se tiene sobre este tema, hasta la actualidad, donde PISA ha tenido una influencia notoria.

Tabla 1

Breve Historia de la Alfabetización Científica

Año	Perspectiva teórica	Procesos que afectaron el desarrollo de la AC
1958	Rockefeller Brothers Found	Publicó un informe sobre la educación en Estados Unidos. El informe reveló que, frente al avance acelerado de la ciencia y la tecnología en los campos de la energía nuclear, exploración espacial, biología celular y fisiología del cerebro, se concluyó que el sistema educativo debía contribuir de forma más eficaz en la preparación de las personas para que vivan y trabajen en un mundo de cambios constantes y acelerados.
1958	Paul DeHart Hurd	En una publicación titulada <i>Educational Leadership</i> , en octubre de 1958 emplea por primera vez la expresión “Alfabetización Científica” para referirse a los nuevos objetivos de la educación científica.
1960	NSSE (National Society for the Study of Education)	La comunidad de la enseñanza de las ciencias se interesaba cada vez más por el papel estratégico del conocimiento científico en la sociedad, sobre todo, a partir del reciente lanzamiento del Sputnik de la URSS en 1957. A raíz de esta situación, la enseñanza de las ciencias volvió a ser foco de interés para la educación.
1970	NSTA (National Science Teachers Association)	Identifica el objetivo más importante de la educación científica: “La persona científicamente alfabetizada es aquella que utiliza los conceptos científicos, las habilidades de proceso y los valores en la toma de decisiones cotidianas al interactuar con otras personas y con su entorno y comprende las interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y otras facetas de la sociedad, incluido el desarrollo social y económico”.
1982	NSTA (National Science Teachers Association)	Adoptó el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS). Declaran que la educación científica implicaba desarrollar individuos con conocimientos científicos que comprendan cómo la ciencia, la tecnología y la sociedad se influyen mutuamente y que sean capaces de utilizar este conocimiento en la toma de decisiones cotidianas.
1989	AAAS (Asociación Americana para el Avance de la Ciencia)	Publica el Proyecto al 2061 (Ciencia para todos los norteamericanos) como respuesta ante la reforma de la educación científica basada en estándares. El propósito del informe era clarificar los objetivos de la educación científica para que los educadores pudieran empezar a hacer que la alfabetización científica estuviera al alcance de todos los estudiantes.
1992	Journal of Research in Science Teaching	Dedicó un número entero sobre el tema de la reforma de la educación científica, debido a los desalentadores resultados de los estudiantes en este tópico. Esto motivó a que muchos educadores propusieran estándares relacionados con la alfabetización científica.
1995	Morris Shamos	Se presenta como uno de los críticos más importantes de la alfabetización científica. Sostiene que los esfuerzos para lograr la alfabetización científica son



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

Año	Perspectiva teórica	Procesos que afectaron el desarrollo de la AC
		<p>inútiles y un desperdicio de recursos valiosos. Lo que este investigador reclama es la concienciación científica.</p> <p>Según la propuesta de Shamos, la alfabetización científica significaría:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Tener conciencia de cómo funciona la empresa de la ciencia y la tecnología. b) Hacer que el público se sienta cómodo sabiendo de qué trata la ciencia, aunque no sepa mucho sobre ella. c) Hacer que el público entienda lo que se puede esperar de la ciencia. d) Saber cuál es la mejor manera de que la opinión pública sea escuchada con respecto a la empresa.
1996a	National Research Council	<p>Bajo el enfoque de los estándares nacionales de educación científica se buscaba la alfabetización científica de los estudiantes estadounidenses.</p> <p>La identificación de los estándares de contenido se basó en cinco premisas principales contenido:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Todo el mundo necesita utilizar la información científica para tomar decisiones que surgen todos los días. b) Todo el mundo necesita ser capaz de participar de forma inteligente en el discurso y el debate público sobre temas importantes que implican ciencia y tecnología. c) Todo el mundo merece participar en la emoción y la satisfacción personal que pueden derivarse de la comprensión y el aprendizaje del mundo natural. d) Cada vez hay más trabajos que exigen habilidades avanzadas, que requieren que la gente sea capaz de aprender, razonar, pensar de forma creativa, tomar decisiones y resolver problemas. La comprensión de la ciencia y del proceso científico contribuye de manera esencial a estas habilidades. e) Para mantener ritmo en los mercados globales, Estados Unidos necesita tener una ciudadanía igualmente capaz.
1996b	Turney	<p>Publica el artículo: Comprensión pública de la ciencia. Un esfuerzo por democratizar la ciencia y argumentar la necesidad de una alfabetización científica en la población.</p>
2000	OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico)	<p>El programa PISA (<i>Programme for International Student Assessment</i>) fue desarrollado entre 1997 y 1999 y aplicado por primera vez en el año 2000 con la colaboración de 28 países miembros de la OCDE y cuatro países no miembros, dando un total de 32 países. El primer ciclo de evaluaciones de aplicó en 2000 y 2002 (43 países). El segundo ciclo en 2003 (41 países). El tercer ciclo se realizó en 2006 (57 países). El cuarto ciclo se desarrolló en 2009 (65 países). El quinto ciclo se desarrolló en 2012 (65 países). El sexto ciclo se desarrolló en 2015 (72 países). El séptimo ciclo se desarrolló en 2018 (79 países).</p>
2006	STEAM	<p>Georgette Yakman introduce el término STEAM para presentar un paradigma educativo donde se trabaja la ciencia y la tecnología a través de las artes. Esta investigadora propone la alfabetización en disciplinas primarias: alfabetización científica, alfabetización tecnológica, proceso de diseño, la alfabetización matemática y el lenguaje.</p>
2015	Redefinición de la competencia científica por PISA	<p>La competencia científica en PISA 2015 y PISA-D se define por las siguientes tres capacidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar fenómenos científicamente. • Interpretar datos y pruebas científicamente. • Evaluar y diseñar la investigación científica
2018	Redefinición de la AC por PISA	<p>La alfabetización científica en PISA 2018 se define por las tres competencias de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar fenómenos científicamente; • Evaluar y diseñar la investigación científica; e • Interpretar datos y pruebas científicamente.

Nota. Elaborado a partir de DeBoer (2000) hasta el año 1996a. El año de 1996b fue elaborado a partir de Turney (1996). Para el año 2000 se elaboró a partir de OCDE (2019). En el año 2006 se elaboró a



partir de Yakman (2010). Entre los años 2015 a 2018 se han publicado cambios en la definición de la AC (OCDE, 2019).

El interés por la enseñanza de la ciencia en la sociedad inició motivado por la preocupación de la seguridad nacional que siguieron tras la segunda guerra mundial, sin embargo, este acicate no fue motivo suficiente para modificar el nuevo enfoque de la enseñanza de las ciencias. Los objetivos de la enseñanza de las ciencias con fines educativos pasaron a denominarse alfabetización científica, luego de un proceso de debate y diálogo.

2.2. Enfoques teóricos de la alfabetización científica (AC)

Teoría de la autodeterminación (SDT, en inglés) explica las asociaciones entre las variables relacionadas con las TIC y la alfabetización científica. La SDT afirma que la automotivación y la determinación son los principales impulsores del aprendizaje de un individuo (Deci & Ryan, 2000). La teoría de la autodeterminación sostiene que para comprender la motivación humana es necesario tener en cuenta las necesidades psicológicas innatas de competencia, autonomía y relación.

La SDT hace uso de una metateoría organísmico-dialéctica donde los seres humanos son organismos activos y orientados al crecimiento que apuntan hacia el desarrollo de una coherencia organizada entre los elementos psicológicos y entre ellos mismos y el mundo social. En términos de Deci y Ryan, estas tendencias naturales del desarrollo hacia la autonomía (es decir, la integración interna) y la homonomía (es decir, la integración social), al igual que otras tendencias naturales como la motivación intrínseca, se supone que son necesarias para el desarrollo de la personalidad.

En concreto, las pretensiones humanas hacia la autoorganización y armonización con una estructura social más amplia requieren de la satisfacción de tres necesidades psicológicas innatas y fundamentales: competencia, autonomía y relación (Deci & Ryan, 2000). En un caso práctico, un estudiante en su formación básica requiere de la necesidad de formación competente, asimismo, desenvolverse de manera autónoma y, a su vez, encajar en la sociedad inmediata. Cuando un estudiante no llega a satisfacer estas tres necesidades se llega a una especie de desajuste en la salud mental, lo cual involucra con la persistencia y el rendimiento futuros.

Otra teoría importante a considerar en este análisis y relación de variables es la Teoría Social Cognitiva (TSCC). La TSCC que se originó de la teoría social cognitiva de Bandura en 1986, es el fundamento para explicar las variables de tipo de autoeficacia, expectativas de resultados y metas, en el contexto donde se desarrollan las personas (Lent et al., 2004). Según el



análisis de este investigador, la TSCC permite un análisis medurado sobre los intereses vocacionales y educacionales.

La TSCC, en función al análisis de los pensamientos, creencias y expectativas, contempla tres mecanismos sociocognitivos que son importantes en la consolidación de una trayectoria personal: la autoeficacia, la expectativa de los resultados y los objetivos (Osorio & Pereira, 2011). En este contexto la autoeficacia es una percepción de que cierto curso de acción permitirá la consecución de determinados logros y la creencia de que se alcanzará dichos logros.

2.3. Importancia de la AC y su estado actual

No cabe duda que la AC es uno de los propósitos más valorados de la sociedad contemporánea. Según Fensham (2008) la AC es crucial por tres razones: a) es importante porque permite contar con profesionales capaces y comprometidos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología; b) garantiza ciudadanos que analizan crítica y reflexivamente información científica a fin de que contribuyan con un desarrollo tecnológico sostenible y beneficiosa para la sociedad; y c) se sabe que la ciencia y la tecnología tiene fuertes influencias en la vida cotidiana, la inserción en el mundo laboral y la participación en la sociedad del conocimiento.

Por estas razones, la reforma curricular, manifestada en el denominado Currículo Nacional de la Educación Básica (CNEB), ha acentuado la necesidad de formar estudiantes con un perfil de egreso relativo a la AC: “El estudiante indaga y comprende el mundo natural y artificial utilizando conocimientos científicos en diálogo con saberes locales para mejorar la calidad de vida y cuidado de la naturaleza” (MINEDU, 2017a, p. 9). No es una casualidad que el MINEDU incorpore como uno de sus ideales máximos de la educación básica regular un aspecto relacionado con la AC, ya que se ha considerado que los estudiantes que transitan esta trayectoria deberían contar con un mínimo de AC.

A pesar de la importancia de la AC para el mundo actual, es curioso que en el CNEB no se mencione de manera enfática y explícita el uso de esta categoría. El uso formal o explícito de la AC probablemente inspira desconfianza en el ámbito curricular por la complejidad y poco consenso en su definición, lo que abre la necesidad de determinar qué significa esta categoría y qué relaciones tiene con otros conceptos. Una definición esclarecedora, pero no definitiva ayudaría de mucho en el campo de la educación para su uso adecuado y sus potenciales implicaciones prácticas.

Aunque todavía hay debate sobre lo que es y lo que no es la AC, algunos estudios han llegado a operacionalizar esta categoría y la han trasladado al campo de los estudios empíricos. En un estudio sobre los factores explicativos de la alfabetización científica en estudiantes



chilenos, Navarro (2013), encontró que la AC es una variable afectada por otras, tales como: características de la institución educativa y el entorno, características del aula de clases, los docentes, sus compañeros, variables relativas a los aspectos económicos y culturales, y características propias del estudiantado y su contexto intrafamiliar. Del estudio se puede derivar que la AC es un fenómeno complejo y explicado por diferentes variables, en múltiples niveles y de distintas naturalezas.

Un estudio de la Unidad de Medición de la Calidad Educativa (UMC) publicado en el 2020, sobre los factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos que participaron en PISA 2015, revela que la AC es un fenómeno influido por diversos factores, entre ellas: actitudes relacionadas con la ciencia, creencias científicas, estrategias pedagógicas y contexto para el aprendizaje de la ciencia (MINEDU, 2020).

El haber iniciado un estudio sobre los factores asociados con el desarrollo de las competencias científicas se debe, probablemente, a que los resultados de los estudiantes en la evaluación PISA, históricamente para el Perú, no son los mejores. Según el último reporte del 2018 de PISA internacional sobre la evaluación en competencias científicas de los estudiantes peruanos de 15 años, se alcanzó una media de 404 (muy por debajo de la media de la OCDE que fue de 489), asimismo el 42.8% de los estudiantes se encuentran por debajo del nivel 2 y solo 1,4% se encuentran en el nivel 5 o 6 en al menos una de las asignaturas evaluadas (OECD, 2019).

Al enfocarse en el factor estudiantil como elemento de análisis para explicar las limitadas habilidades de AC de estos, los cuales se revelan por los resultados de las evaluaciones estandarizadas internacionales y nacionales, se abre la posibilidad de mejorar la comprensión del problema. Así, el informe Rocard afirma que las razones por las que los jóvenes no desarrollan interés por la ciencia se deben a:

- Los programas están sobrecargados.
- La mayoría de los contenidos que se tratan son del siglo XIX.
- Se enseña de manera muy abstracta sin apoyo en la observación y experimentación.
- No se muestra su relación con situaciones actuales ni sus implicaciones sociales (Pedrinaci et al., 2011, p. 17).

2.4. Variables implicadas con la AC en el campo educativo

La alfabetización científica es una variable académica que ha sido estudiada por muchos investigadores e instituciones interesadas en su conocimiento, tal es el caso de OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), TIMSS (Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias) y organismos gubernamentales.



Una exploración realizada de algunos estudios recientes, ha permitido encontrar que la alfabetización científica y categorías afines como rendimiento en ciencias o competencias científicas están vinculadas con algunas variables de tipo cognitivo, socioafectivos, contextuales e institucionales. Por cuestiones de espacio y propósito de la exposición, se han organizado estas variables en cinco grupos, con un criterio bastante flexible, sobre las variables que han sido consideradas en el estudio de la alfabetización científica, entre ellas: variables de corte psicológico; pedagógicos; actitudes, valores y orientaciones; cognitivas y contextuales.

Algunas investigaciones han relacionado el sexo y la edad del estudiante como variables constitucionales predictoras (Bazán-Ramírez et al., 2022; You et al., 2021), así como algunas variables psicológicas como el impacto negativo de la ansiedad en el rendimiento (Gil-Madrona et al., 2019) y los antecedentes del estudiante (Erdogdu & Erdogdu, 2015).

La investigación sobre la alfabetización científica también ha considerado como factores algunas variables procedentes de las mismas instituciones educativas a modo de factores escolares (Akdogdu-Yildiz et al., 2022; Bazán-Ramírez et al., 2022; Erdogdu & Erdogdu, 2015; Liou & Jessie Ho, 2018; You et al., 2021); de la misma forma se han considerado también el impacto que tienen algunas estrategias de enseñanza para el desarrollo de la alfabetización científica (Aditomo & Klieme, 2020; Diaz Moreno et al., 2019; Ma, 2022; Sholahuddin et al., 2021); por su parte, las TIC también fueron motivo de análisis para el rendimiento en ciencias (Akdogdu-Yildiz et al., 2022; Arpacı et al., 2021; Dong & Kula, 2022; Erdogdu & Erdogdu, 2015; Sun et al., 2022). Los estudios mencionados no coinciden plenamente en que las TIC son factores favorables o desfavorables en el desarrollo de la alfabetización científica, hay evidencia en contra y a favor.

Tema aparte, la alfabetización científica también ha sido analizado en función a ciertas variables de actitudes hacia la ciencia, de preferencias científicas, orientación o disfrute científico (Akdogdu-Yildiz et al., 2022; Courtney et al., 2022; Gil-Madrona et al., 2019; Grabau & Ma, 2017; Liou, 2021; Liou & Jessie Ho, 2018; Lu et al., 2022; Wang et al., 2021; Wei et al., 2012; You et al., 2021; Zhu, 2019). Generalmente, estas influencias fueron positivas y promueven el desarrollo de la alfabetización científica, a diferencias del uso de las TIC donde se advierte que ciertos usos perjudican el rendimiento en las ciencias.

El desarrollo del rendimiento en ciencias también ha sido motivo de estudio al relacionarlo con variables cognitivas como el pensamiento lógico, las capacidades mentales (Şahin & Ateş, 2020) o las capacidades cognitivas generales (Kampa et al., 2021). Por su parte, la autoeficacia científica ha representado una variable de interés en el desarrollo de la



alfabetización científica (Akdogdu-Yildiz et al., 2022; Grabau & Ma, 2017; Lu et al., 2022), así como del rendimiento en áreas como la lectura y matemáticas (Zhu, 2022), creencias epistemológicas (Lin & Lin, 2019; She et al., 2019; Wang et al., 2022).

Finalmente, variables relacionadas con el nivel socioeconómico y cultural han sido consideradas como variables predictoras de la alfabetización científica (Bazán-Ramírez et al., 2022; Gil-Madrona et al., 2019; You et al., 2021), asimismo, el entorno familiar tiene su propia cuota en este análisis (Erdogdu & Erdogdu, 2015).

3. Marco conceptual

3.1. Acerca de la AC y categorías afines

El término ‘alfabetización’ se está empleando como un cliché para designar diferentes fenómenos relativos a las competencias necesarias de los ciudadanos contemporáneos que necesitan adaptarse a los cambios acelerados de la sociedad en múltiples esferas, bajo la nomenclatura de las “multiteracidades” (Allison & Goldston, 2018).

Al escudriñar en su sentido primigenio la categoría ‘alfabetización’ se ha encontrado que significa la acción y efecto de alfabetizar, entre tanto, esta segunda categoría significa la acción de enseñar a alguien a leer y escribir (Real Academia Española, 2014). La REA, por otro lado, determina que el término ‘alfabetización’ contiene como origen al término ‘alfabeto’ que proviene del latín tardío *alphabētum* y éste del griego *ἀλφάβητος albhábētos*, constituido sobre la base de *ἄλφα álpha* ‘alfa’ y *βῆτα bêta* ‘beta’, los cuales representan a las dos primeras letras griegas.

En su sentido más elemental y en la usanza tradicional, la palabra ‘alfabetización’ implica la enseñanza de la lectura y la escritura de una persona experimentada hacia las personas que no tienen estos conocimientos y habilidades; sin embargo, los diferentes cambios en la sociedad originados por el avance de la ciencia y tecnología, las telecomunicaciones, las actividades laborales y relaciones cotidianas de las personas contemporáneas ha tendido a modificar sustancialmente el uso y significado de esta categoría. La ‘alfabetización’ ha evolucionado tanto en su significado como en su uso.

En un estudio sobre multialfabetización, Tyner et al. (2017) tratan sobre la comunicación y educación como fenómenos que han sido sensiblemente afectados por los cambios acelerados de la sociedad, por lo que la multialfabetización tiene mucho que ver con estas áreas, tanto así que se han creado nuevas categorías para identificar estos procesos: “educación mediática” y “educación mediática”. En este marco, la multialfabetización es la convergencia y fusión de



distintas alfabetizaciones (procesos) y alfabetismos (resultados) en una especie de alfabetización global y múltiple que converge con diferentes áreas del conocimiento (Tyner et al., 2017).

Según Tyner et al. (2017) la multialfabetización, que es una condición necesaria para una sociedad que convive con los cambios acelerados, debe tener las siguientes características:

- Universal, como un derecho para todos.
- Continua en el tiempo y en el espacio.
- Global, en beneficio general de la humanidad.
- Significativa y centrada en el estudiantado y su entorno.
- Crítica y creativa, más productora que reproductora.
- Conjunta, con la implicación de los principales agentes educativos, entre ellos las instituciones educativas, medios de comunicación y entornos inmediatos.
- Flexible y abierta a continuas innovaciones.
- Holística, globalizada, transdisciplinar.
- Equilibrada e integradora, sobre la base de: teoría-práctica, reflexión-acción, lenguaje verbal-audiovisual (multimodal y multimedia), aprendizaje individual-social, aprendizaje presencial-virtual (“*blended*”), y culturas diversas (intercultural) (Tyner et al., 2017, pp. 47-48).

Teniendo presente estas apreciaciones previas, la alfabetización, en el marco de los permanentes cambios, se podría definir ya no como una alfabetización a secas, sino como una “alfabetización funcional”, en este sentido, cabría rescatar la definición de alfabetización de la UNESCO (1986), citado por Bawden (2002), en los siguientes términos:

Una persona se considera alfabetizada cuando en su vida cotidiana puede leer y escribir, comprendiéndola, una oración corta y sencilla... La alfabetización funcional se refiere a aquellas personas que pueden realizar todas las actividades necesarias para el funcionamiento eficaz de su grupo y comunidad, y que además les permite continuar usando la lectura, la escritura y el cálculo para su propio desarrollo y el de su comunidad (p. 366).

Esta definición supera lo fundamental del término, otorgándole una categoría de funcionalidad y abarcando una connotación mayor. Uno de los aspectos que acentúa esta definición es el funcionamiento eficaz de las personas, pues el hecho de saber leer y escribir no garantiza el ejercicio pleno de estas habilidades en diferentes esferas del funcionamiento personal o social. Por otro lado, otro aspecto a resaltar de la definición es que la alfabetización contribuye a la superación personal y a la contribución con la comunidad.

3.2. Definición de la alfabetización científica (AC)

La alfabetización científica es una variable importante en los fueros educativos, sobre todo en los últimos momentos. En una definición ampliamente citada, la OCDE, mediante la evaluación PISA, definen esta categoría bajo los siguientes términos:



La alfabetización científica se requieren tres competencias específicas de la ciencia para comprender y entablar un debate crítico sobre cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología. La primera es la capacidad de explicar fenómenos naturales, artefactos técnicos y tecnologías y sus implicaciones para la sociedad. La segunda es la capacidad de utilizar los propios conocimientos y comprensión de la investigación científica para identificar preguntas que puedan responderse mediante la investigación científica, proponer formas de abordar dichas preguntas e identificar si se han utilizado los procedimientos adecuados. La tercera es la competencia para interpretar y evaluar científicamente datos y pruebas y valorar si las conclusiones están justificadas. (OCDE, 2019, p. 98)

De esta definición se desprende claramente la presencia de tres grandes competencias: a) la competencia de explicar los fenómenos naturales, artefactos técnicos y tecnologías, y sus implicaciones para la sociedad; b) la competencia de utilizar los propios conocimientos y comprensión de la investigación científica para identificar preguntas que puedan responderse mediante la investigación científica, proponer formas de abordar dichas preguntas e identificar si se dan los procedimientos adecuados; y c) la competencia para interpretar y evaluar datos y pruebas científicamente y valorar si las conclusiones están justificadas.

En la Figura 1 se resume de manera esquemática la presencia de las tres principales competencias de la cual está compuesta la alfabetización científica. Estas competencias científicas en los estudiantes son comunes a los contenidos de los programas curriculares en la educación básica.

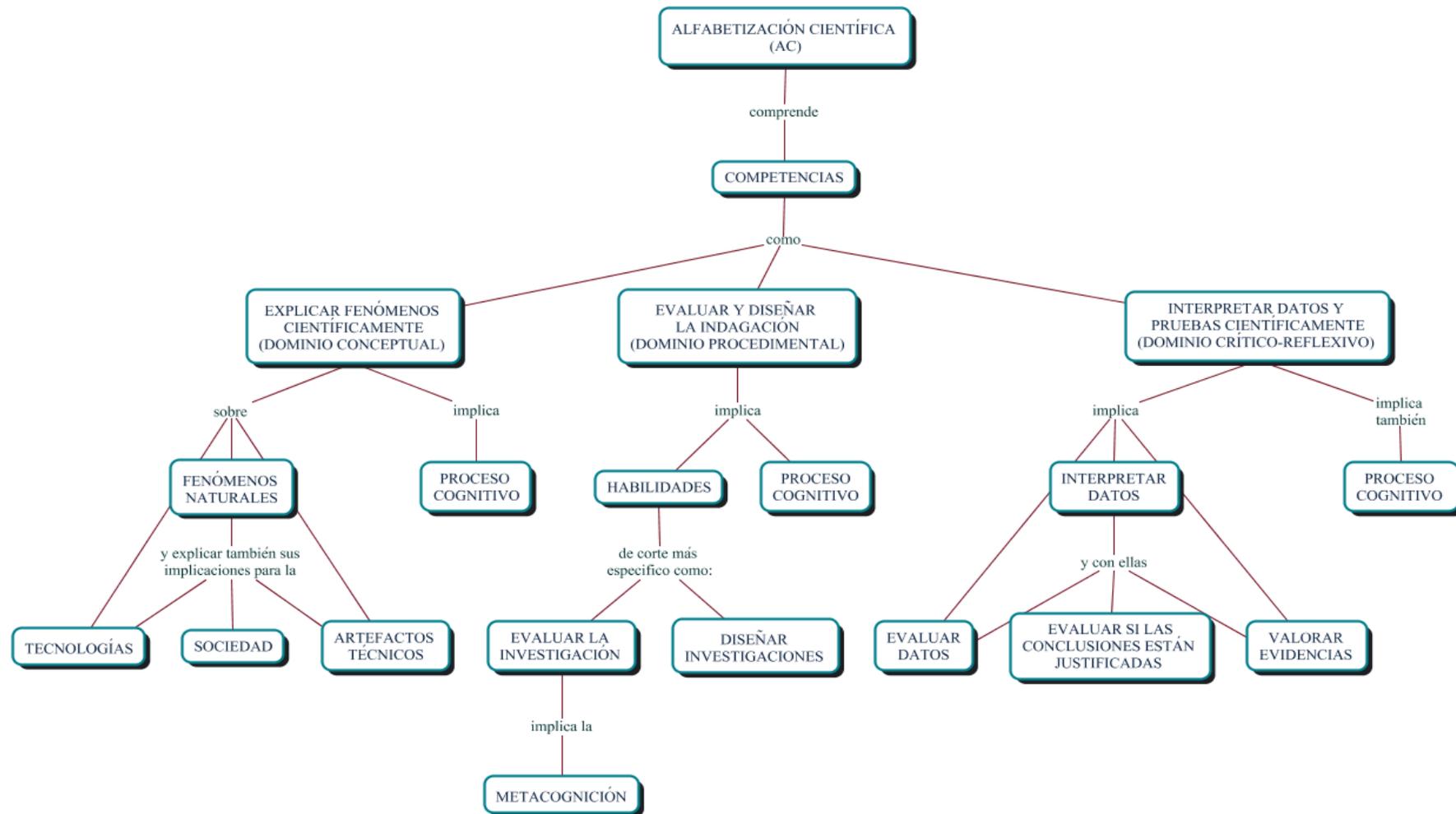
Al realizar un parangón entre la propuesta de alfabetización científica de PISA y la programación curricular en el área de Ciencia y Tecnología, se pueden hallar algunas similitudes con respecto a las competencias: Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, y Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y Universo (MINEDU, 2017b). El contenido de la primera competencia aludida presenta seis capacidades medulares: problematiza situaciones, diseña estrategias para hacer indagación, genera y registra datos e información, analiza datos e información, y evalúa y comunica procesos y resultados en su indagación. La segunda competencia presenta dos capacidades: comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y Universo y Evalúa las implicaciones del saber y del quehacer científico y tecnológico.

Con lo mencionado líneas arriba, se puede aseverar que el área curricular de Ciencia y Tecnología tiene un propósito subalterno, el cual es desarrollar en los estudiantes un nivel determinado de alfabetización científica. Como consecuencia de haber desarrollado diferentes experiencias de aprendizaje vinculadas con la indagación y el manejo de ciertos conocimientos científicos, los estudiantes se aproximan más al proceso de alfabetización científica, aunque, bajo nuestra consideración, no es condición suficiente, aunque sí necesaria.



Figura 1

Mapa conceptual de la alfabetización científica



Nota. Elaborado a partir de la definición de alfabetización científica propuesta por la OCDE (2019).



PISA considera que las tres competencias consideradas como parte de la alfabetización científica deben estar en correspondencia con el manejo de ciertos conocimientos. De este modo, se consideran tres tipos de conocimientos: conocimiento de contenido, conocimiento procedimental y conocimiento epistémico (OCDE, 2017). En la Figura 2 se esquematiza estos tres tipos de conocimientos que los estudiantes deben manejar como contenidos esenciales de cada competencia.

El conocimiento del contenido o también denominado conocimiento de contenido de la ciencia implica el manejo de una serie de ideas, conceptos, hechos, teorías referidas al mundo natural y que fueron establecidos por la ciencia.

El conocimiento procedimental es aquel conocimiento de las prácticas y los conceptos del quehacer investigativo en acción. Estas actividades podrían incluir procedimientos como la replicación de mediciones para minimizar el error y/o para reducir la incertidumbre, el control o manipulación de las variables y los procedimientos estandarizados para la representación y la comunicación de datos (Por ejemplo, APA 7ma. Edición).

El conocimiento epistémico es aquel conocimiento que se refiere a diferentes comprensiones sobre la función de las preguntas en la ciencia, las observaciones, teorías, hipótesis, modelos y argumentos. Esta forma de comprensión también implica reconocer la variedad de tipos de investigación científica. Otra modalidad de comprensión es también identificar el papel que desempeñan la revisión entre pares para el establecimiento de conocimientos fiables.

En suma, estas formas de conocimiento complementan la definición de la alfabetización científica, ya que no se puede hablar solamente de competencias como tal, sino que también es importante referirnos a sus componentes.

3.3. La alfabetización científica como competencia

Competencia 1: explicar fenómenos científicamente

La competencia científica referida a la explicación de fenómenos científicamente, se define bajo los siguientes términos:

Explicar fenómenos científicamente (...) requiere más que la capacidad de recordar y utilizar teorías, ideas explicativas, información y datos (conocimientos de contenidos) Ofrecer explicaciones científicas también requiere una comprensión de cómo este conocimiento se ha derivado y el nivel de confianza que podríamos depositar en las afirmaciones científicas. Para esta competencia, el individuo requiere un conocimiento de las formas y procedimientos estándar que se utilizan en la investigación científica para obtener tal conocimiento (conocimiento procedimental) y una comprensión de su papel y función en la justificación de los conocimientos producidos por la ciencia (conocimiento epistémico). (OCDE, 2017, p. 96)



En la definición, la habilidad central es la de explicar los fenómenos científicamente. Una explicación científica puede definirse como una respuesta a la cuestión del ‘¿Por qué X?’ y consiste en una argumentación que muestre que X se sigue lógicamente de un conjunto de generalizaciones y/o reglas que no contienen X (Bunge, 1997). En consecuencia, una explicación es el establecimiento de relaciones de causa y efecto entre hechos, acciones, comportamientos que refieren un determinado fenómeno (Aguirre & Llaque, 2005).

El proceso de la explicación puede notarse en el discurso cuando una causa A (frase nominal) se vincula con una consecuencia B (frase nominal) mediante una relación o enlace (verbo o frase verbal), tal como es el caso de: causa, es causa de, trae como consecuencia, produce, genera...

De acuerdo con PISA el proceso de explicación de fenómenos científicamente comprende las siguientes habilidades:

- Recordar y explicar el conocimiento científico adecuado.
- Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.
- Hacer y justificar predicciones adecuadas.
- Ofrecer hipótesis explicativas.
- Explicar las implicaciones potenciales de conocimiento científico para la sociedad (OCDE, 2017).

Competencia 2: Interpretar datos y pruebas científicamente

Una competencia científica requiere de la explicación como proceso fundamental para dar cuenta del dominio que se tienen de los conocimientos científicos, así como de la vinculación de causas y efectos debidamente sustentados que permiten sistematizar el discurso académico. Pero la ciencia no puede quedarse en este nivel, por lo que también es importante que los estudiantes sepan interpretar datos y pruebas científicamente.

Para PISA, la competencia de la interpretación de datos se presenta en los siguientes casos: “Inicialmente, la interpretación de datos comienza con la búsqueda de patrones, la construcción de tablas simples y visualizaciones gráficas, tales como gráficos circulares, gráficos de barras, diagramas de dispersión o diagramas de Ven.” (OCDE, 2017, p. 96). Estas habilidades representan los inicios de otras más sofisticadas y que posteriormente se desarrollarán para interpretar información más compleja.



La interpretación de los datos no solamente debe ser entendida como una habilidad de leer gráficos y tables, sino también de juzgar su contenido en cuanto a su adecuación formal y de fondo. De esta forma el proceso de la interpretación implica, según los términos de Bloom:

... dada una comunicación, el estudiante debe identificar y comprender las principales ideas incluidas, así como ser capaz de concebir y manejar las interrelaciones. Ello exige una buena capacidad de juicio, y el cuidado de no exponer las ideas propias o los juicios personales... (Bloom, 1990, p. 62)

La competencia de interpretar datos y pruebas científicamente, están representados, de acuerdo con PISA, mediante cinco habilidades:

- Transformar datos de una representación a otra.
- Analizar e interpretar los datos y sacar conclusiones pertinentes.
- Identificar los supuestos, las pruebas y razonamientos en los textos relacionados con la ciencia.
- Distinguir entre los argumentos que se basan en la teoría y las pruebas científicas, y los basados en otras consideraciones
- Evaluar los argumentos y pruebas científicas de diferentes fuentes (por ejemplo, periódicos, internet, revistas) (OCDE, 2017).

Competencia 3: Evaluar y diseñar la investigación científica

Tanto la explicación como interpretación científica son habilidades fundamentales para un ciudadano alfabetizado científicamente. Este grupo de habilidades, referidas básicamente al campo del conocimiento científico son importante para el manejo de un discurso académico, pero también es importante que el estudiante cuente con habilidades más prácticas, las cuales corresponden al proceso mismo de investigación.

En esta medida, la competencia de evaluación y diseño de la investigación científica tiene que ver directamente con el acto mismo de la indagación. Según PISA, esta competencia se representa mediante la siguiente idea:

La destreza con esta competencia se basa en el conocimiento del contenido, el conocimiento de los procedimientos comunes que se utilizan en la ciencia (conocimiento procedimental), y la función de estos procedimientos en la justificación de las alegaciones presentadas por la ciencia (conocimiento epistémico). El conocimiento procedimental y epistémico cumple dos funciones. En primer lugar, este conocimiento es requerido por los individuos para evaluar las investigaciones científicas y decidir si se han seguido los procedimientos apropiados y si las conclusiones están justificadas. En segundo lugar, las personas que tienen este conocimiento deberían ser capaces de proponer, al menos en términos generales, cómo una pregunta científica podría ser investigada adecuadamente. (OCDE, 2017, p. 98)

La cita permite extraer dos aspectos centrales de la competencia, el primero la capacidad de juzgar el proceso seguido en la misma investigación y en segundo lugar, comprender la naturaleza de diferentes tópicos relativos a la investigación, como la función de problema científico o las hipótesis.



La competencia analizada se sustenta en el enfoque que se tiene sobre la propia investigación científica. Kerlinger y Lee (2002) consideran que el enfoque científico se sustenta en base a cuatro etapas: i) problema-obstáculo-idea; ii) formulación de hipótesis plausibles procedentes de un análisis teórico previo; iii) razonamiento-deducción de las consecuencias de las hipótesis formuladas previamente; y iv) la observación-prueba-experimento.

PISA considera, como parte de la competencia de indagación, cinco capacidades principales:

- Identificar la cuestión explorada en un estudio científico dado.
- Distinguir cuestiones que podrían investigarse científicamente.
- Proponer una forma de explorar científicamente una cuestión determinada.
- Evaluar formas y explorar científicamente una cuestión determinada.
- Describir y evaluar cómo los científicos aseguran la fiabilidad de los datos, y la objetividad y la generalización de las explicaciones. (OCDE, 2017)

3.4. Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

El uso de dispositivos tecnológicos tales como ordenadores portátiles (Laptop), tabletas y teléfonos inteligentes (Smartphones) se ha convertido en un componente rutinario de la sociedad actual, así como en el ámbito educativo.

Aunque las TIC se utilizan en las aulas para actividades académicas como una forma de aprovechamiento óptimo de éstas, por ejemplo, para tomar apuntes o fotografías, muchos estudiantes también los emplean para realizar diversas actividades de carácter no académicas. Vahedi et al. (2021) reporta que los estudiantes utilizan sus dispositivos TIC en el aula para realizar compras en línea, mensajería instantánea, jugar a juegos virtuales y navegar por sus cuentas en las redes sociales. Aquí se devela que el uso de las TIC en el ámbito educativo puede advertirse como una forma de aprovechamiento para algo realmente útil y otra de desaprovechamiento cuando solamente se usa para el entretenimiento. Evidentemente estos usos pueden estar asociados con rendimientos académicos deficientes.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han evolucionado tanto como dispositivos, así como una definición que las englobe. La UIT, en su intento de presentar una definición general, define a las TIC como las tecnologías que tratan (por ejemplo, acceden, crean, amplían, almacenan, transmiten, reciben, divulgan) información y comunicación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).



3.5. Autoeficacia de las TIC

En principio, la autoeficacia se define como: “capacidad de un individuo para actuar de forma eficaz en la consecución de los resultados deseados, sobre todo como los percibe el individuo.” (American Psychological Association, 2009, p. 143). Bajo esta definición, el cual se aproxima también al concepto de ‘autoeficacia percibida’, se entiende que esta percepción sobre el propio desempeño en un determinado campo o de la capacidad para lograr los resultados deseados se vincula como factor en estados motivacionales o emocionales.

Un teórico fundamental en el estudio de la autoeficacia fue Bandura, quien entiende que la autoeficacia es la capacidad para producir el resultados deseado; asimismo entiende que la autoeficacia desempeña un papel central en la configuración de nuestra propia existencia, ya que influye en las actividades y entorno que elegimos (Coon & Mitterer, 2010).

A diferencia del concepto de *locus* de control, que se aplica a todas las circunstancias, la autoeficacia está restringida a algunas situaciones particulares y depende de cuatro fuentes de información:

- Desempeño pasado. Éxitos o fracasos.
- Observar a otros en situaciones similares y advertir las consecuencias que experimentan.
- Persuasión verbal. La persuasión afecta los niveles de autoeficacia y depende del agente persuasor (nivel de honradez y pericia en la persuasión).
- Activación fisiológica. Por ejemplo, se asocia estados emocionales aversivos con un mal desempeño, percepción de incompetencia o de fracaso (Davis & Paladino, 2008).

Se sabe que las TIC se han masificado en cuanto a su uso en diferentes cursos de acción en los estudiantes, ya sea para efectos académico como del simple divertimento. En una investigación realizada por Bonanati y Buhl (2022) sobre el estudio titulado *El entorno digital de aprendizaje en el hogar y su relación con la autoeficacia TIC de los niños*, se consideró la siguiente definición de autoeficacia de las TIC (en correspondencia a la alfabetización informacional), basados en la *International Computer and Information Literacy Study (ICILS)*: “se refiere a la capacidad de un individuo para utilizar ordenadores [incluido los celulares y Tablets] para investigar, crear y comunicarse con el fin de participar de manera efectiva en el hogar, en la escuela, en el lugar de trabajo y en la sociedad” (p. 3).

El análisis efectuado por Bonanati y Buhl quienes describieron la alfabetización informacional reconociendo entre dos vertientes. La vertiente 1: Recopilación y gestión de la información, la cual comprendía tres aspectos: a) conocer y comprender el uso del ordenador, b) acceder y evaluar la información, y c) gestionar la información. En la vertiente 2, sobre la



Producción e intercambio de información, el cual incluye cuatro aspectos: a) transformar la información, b) crear información, c) compartir información y d) utilizar la información de forma segura.

Para la evaluación de la autoeficacia de las TIC en estudiantes de secundaria se ha considerado desarrollar la evaluación en función al empleo de tres dispositivos fuentes bastante comunes, tal como lo sugieren Bonanati y Buhl: Internet, Smartphone o tabletas y la PC.

3.6. Uso de las TIC

El uso de las TIC por parte de las estudiantes de secundaria presenta sus propias peculiaridades, a diferencia al uso que le pueden dar niños o profesionales universitarios. Así mismo, a pesar de que se cree que el uso de las TIC contribuye en el aprendizaje, hay datos que revelan información importante que contradicen estas creencias. Por ejemplo, el estudio de Courtney et al. (2022) encontró que la disponibilidad de las TIC en el hogar se asoció negativamente con el rendimiento en matemáticas y ciencias. Otro dato de esta investigación informa que el uso de las TIC fuera de la institución educativa para el entretenimiento está asociado con un rendimiento más bajo en las áreas de matemáticas y ciencias. Curiosamente, el uso de las TIC fuera de las Instituciones Educativas para actividades escolares se asocia negativamente con el rendimiento en matemáticas y ciencias.

En contraste con los datos expuestos, hay información que revela que el uso de las TIC en entornos educativos mejora el rendimiento de ciencia en los estudiantes (Erdogdu & Erdogdu, 2015) así como en el área de matemáticas (Skryabin et al., 2015).

En algunos estudios de metaanálisis sobre el uso de las TIC en la educación configuran impactos pequeños pero positivos en el desempeño de los estudiantes (Courtney et al., 2022). En contradicción con los datos del metaanálisis, el estudio del equipo de Courtney reveló que el uso de las TIC en las instituciones educativas se muestra perjudiciales para el aprendizaje y el desarrollo de los estudiantes. En esta medida, sugieren que la integración de las TIC para las actividades del aula puede estar asociada con más daños que beneficios.

3.7. Disfrute del aprendizaje de la ciencia

El disfrute de la ciencia se fundamenta en el concepto de la motivación intrínseca, es decir, una orientación hacia una actividad por el mero hecho de que la persona encuentra disfrute en ella (Ryan & Deci, 2000). Este disfrute puede percibirse como una forma de disposición afectiva que se deriva de sentimientos de diversión y felicidad de un estudiantes cuando participa de actividades de aprendizaje (Wang et al., 2021).



El disfrute por el aprendizaje de la ciencia puede definirse como la “Disposición de los estudiantes a dedicar tiempo y esfuerzo a actividades relacionadas con la ciencia, la elección de optativas, la autoimagen de los estudiantes y el tipo de titulaciones que esperan cursar.” (Gil-Madrona et al., 2019, p. 10).

Mientras que el disfrute general de un estudiante del aprendizaje de la ciencia se desarrolla a partir de sus experiencias anteriores, sino que también puede ocurrir en situaciones nuevas cuando se les pide a los aprendices para acceder a su percepción actual de disfrute (Wang et al., 2021). Estos investigadores también afirman que el disfrute del aprendizaje de la ciencia se forma a partir de relaciones positivas con compañeros de clase y docentes, así como de las estrategias de enseñanza de las ciencias, como la indagación y las actividades prácticas.

3.8. Motivación instrumental de la ciencia

La motivación instrumental refleja el deseo de los alumnos de aprender ciencias como medio para obtener recompensas relacionadas en el futuro, como mejorar las oportunidades profesionales y seleccionar en campos de estudio científicos (He et al., 2019). Este concepto se refiere a la inversión cognitiva de un estudiante en el aprendizaje de las ciencias porque percibe que estas son valiosas para sus estudios y trabajo futuros (Grabau & Ma, 2017).

De acuerdo al análisis efectuado por Grabau y Ma establecen que la motivación instrumental está relacionada con otras variables. La motivación instrumental tiene un valor de utilidad extrínseco de la ciencia, además esta variable está determinada por: contextos de enseñanza aprendizaje (por ejemplo, clima institucional), autoconcepto de la ciencia, el contexto de los compañeros de clase y la falta de estímulo del docente hacia la ciencia. Otras relaciones consideradas en el análisis de estos investigadores, revela que para la formación de la motivación instrumental es importante la “intervención utilidad-valor” de los padres. Finalmente, reportan que la motivación instrumental está positivamente relacionada con el rendimiento académico en ciencias, de hecho, un incremento en la motivación instrumental de la ciencia tiene mayores probabilidades de abrazar en un futuro una carrera profesional relacionada con la ciencia.

3.9. Nivel socioeconómico

La variable nivel socioeconómico ha trascendido en el análisis de diferentes variables educacionales. De este modo, esta variable ha concitado el interés de los investigadores para comprender los diferentes logros o no en el rendimiento en ciencias, por ejemplo (Bazán-Ramírez et al., 2022; Gil-Madrona et al., 2019; You et al., 2021).



El nivel socioeconómico, clásicamente, se define como la posición de una persona o familia dentro de una estructura jerárquica social, basada en su acceso a la riqueza, el prestigio y el poder, o su control sobre ellos (Mueller & Parcel, 1981). Para la determinación del nivel socioeconómico de una persona es necesario el cuestionamiento de sus diferentes posesiones materiales, vivienda, nivel educativo o formación profesional y el poder adquisitivo en función al trabajo desempeñado.

3.10. Marco filosófico

En el contexto de la ciencia, los *paradigmas* son un conjunto de suposiciones respecto al mundo que proporcionan un marco filosófico para estudiarlos (Hernández et al., 2017). Bajo esta perspectiva, el marco filosófico que sustenta el estudio de la alfabetización científica y las variables implicadas en su análisis están en relación al análisis de cuatro supuestos paradigmáticos: supuestos ontológicos, supuestos epistemológicos, supuestos axiológicos y supuestos metodológicos (Sautu, 2005). De esta forma, el marco filosófico del estudio corresponde al paradigma positivista/post-positivista (Metodología cuantitativa).

De acuerdo con esta perspectiva, los supuestos ontológicos responden a la naturaleza de la realidad social y psicológica que se pretende conocer, por lo que esta realidad es objetiva, multifactorial y separable del investigador. La alfabetización científica y las variables implicadas en ella proceden de estudiantes de nivel secundario, en calidad de unidades de observación. De esta forma, los estudiantes pueden generar, básicamente, dos tipos de variables: variables de observación y variables latentes (Aldás & Uriel, 2017), para los efectos del modelamiento.

Los supuestos epistemológicos establecen la distancia entre el investigador y el objeto de estudio, en este sentido, en el presente estudio se tomarán las precauciones para mantener distancia entre el investigador y el objeto del estudio, condición necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación (Sautu et al., 2005).

La dimensión axiológica de estudio responde a la interrogante del papel de los valores en la investigación (Sautu et al., 2005). Bajo el enfoque cuantitativo el investigador se desprende de sus propios valores, orientación política-ideológica y concepciones *a priori*, para no influir en los resultados obtenidos en la investigación.

La dimensión metodológica del enfoque cuantitativo responde a los procedimientos que se emplean para construir la evidencia empírica que sustenta a las variables de estudio (Sautu et al., 2005). Bajo esta perspectiva, los procedimientos tendrán en cuenta siete aspectos: papel de la deducción en el diseño y la inducción en el análisis; modelos de análisis causal; operacionalización de conceptos; uso de técnicas estadísticas; papel de la teoría en el diseño del



estudio; generalización en términos predictivos; y confiabilidad de los resultados en función de la validación interna.

4. Desarrollo

4.1. Formulación de hipótesis

a) Hipótesis general

En el contexto educativo, la alfabetización científica es una variable relacionada dinámicamente con otras variables de diferente índole que atañen a la actividad del estudiantado de la educación básica.

Mediante un estudio con estrategia MSEM (modelado de ecuaciones estructurales multinivel) se encontró que tres factores de actitud científica: el interés por la ciencia, la autoeficacia científica y la motivación instrumental para aprender ciencias, sirvieron como mediadores significativos entre las prácticas basadas en la indagación percibidas y la alfabetización científica; asimismo, el efecto directo de las prácticas basadas en la indagación percibidas sobre la alfabetización científica fue sistemáticamente negativo en todos los países, aunque sistemáticamente positivo en los tres factores actitudinales; y, finalmente, los efectos indirectos de las prácticas basadas en la indagación percibidas sobre la alfabetización científica a través del interés por la ciencia y la autoeficacia científica fueron sistemáticamente positivos en todos los países considerados en el estudio, mientras que fueron negativos a través de la motivación instrumental en seis de los ocho países (Ma, 2022).

Por su parte, Huang et al. (2021) analiza las competencias científicas en estudiantes de Asia en función a cinco variables: disfrute del aprendizaje de la ciencia, motivación instrumental, nivel socioeconómico, autoeficacia de las TIC y uso de las TIC, siendo esta última una variable mediadora que se relaciona negativamente con la alfabetización científica. Sus resultados indican, mediante el modelo de SEM, que la autoeficacia de los estudiantes en el uso de las TIC estaba positivamente relacionada con su uso de las TIC en el aprendizaje, mientras que el uso de las TIC en el aprendizaje estaba negativamente relacionado con su nivel de competencia en ciencias. Por su parte, el disfrute en el aprendizaje de las ciencias y la motivación instrumental estaban positivamente relacionados con su uso de las TIC, pero sólo el disfrute en el aprendizaje de las ciencias estaba positiva y significativamente relacionado con el nivel de competencia científica. La variable socioeconómica estuvo muy relacionada con el nivel de competencia científica de los



alumnos, pero escasamente con el uso de las TIC. Estos resultados, con estudiantes asiáticos que de acuerdo a PISA tienen los mejores puntajes en ciencias de la OCDE, confirmaron el papel adaptativo del disfrute en el aprendizaje (en comparación con la motivación instrumental) y llamaron la atención sobre el controvertido papel del uso de las TIC en los entornos educativos.

En resumen, se ha encontrado que la alfabetización científica es una variable influenciada por diferentes variables de corte motivacional, psicológicas y contextuales. Así, teniendo como variable de respuesta a la alfabetización científica, se plantea la hipótesis:

H_(GENERAL). El uso de las TIC en el aprendizaje, la autoeficacia de las TIC, disfrute del aprendizaje de la ciencia, la motivación instrumental de la ciencia y el nivel socioeconómico explican las puntuaciones en alfabetización científica en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de Huancavelica.

b) Hipótesis específicas

Nivel socioeconómico

La relación de ciertos niveles socioeconómicos y culturales de los estudiantes con el nivel de alfabetización científica ha sido motivo de interés para algunos investigadores, lo que ha proporcionado a favor de la relación y otros son más cautelosos, esto obviamente en función al contexto donde se efectúan los estudios.

En un estudio con estudiantes del nivel secundario de EEUU se encontró que el nivel Socioeconómico y cultural, junto con el clima escolar y el tipo de institución educativa estaban en relación con la alfabetización científica (You et al., 2021).

El estudio de Bazán-Ramírez et al. (2022) con estudiantes peruano que destacan como variables predictoras del rendimiento en ciencias las siguientes variables: nivel socioeconómico cultural de los estudiantes, el nivel socioeconómico y cultural de las instituciones educativas y el género.

Un estudio de las competencias científicas de alumnos españoles y su relación con el nivel socioeconómico ha revelado relaciones significativas entre ellas, esto de acuerdo con Gil-Madrona (Gil-Madrona et al., 2019).

En contraste con los datos anteriores sobre la relación entre el nivel socioeconómico y la alfabetización científica en estudiantes, el estudio con estudiantes australianos, Perry et al. (2022) concluyó que el rendimiento en ciencias no está relacionada con el nivel



socioeconómico de los estudiantes. Este estudio es importante ya que permite considerar el contexto para el estudio del nivel socioeconómico. De acuerdo a lo analizado, se hipotetiza:

H3. El nivel socioeconómico se relaciona positivamente con la alfabetización científica de estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

El nivel socioeconómico también se ha estudiado motivo de estudio en relación con el disfrute por la ciencia. El estudio de Salchegger et al. (2021) revela que altos niveles socioeconómicos están asociados con una gran motivación por el aprendizaje de las ciencias, considerando que el grupo de estudio fueron estudiantes de instituciones educativas denominadas Waldorf, caracterizados por su comodidad económica.

Seçgin y Sengur (2021) desarrollaron una investigación sobre las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia (entre ellas, el disfrute por el aprendizaje de la ciencia) y el estudiantes con nivel socioeconómico bajo. Sus resultados evidencian una vinculación entre el nivel socioeconómico desfavorable de los estudiantes y el disfrute por el aprendizaje de la ciencia.

Ahmed y Mudrey (2019) hallaron en su investigación que los estudiantes del nivel secundario con aspiraciones profesionales en STEM son predichas por el disfrute de la ciencia incluso cuando se controla la variable de nivel socioeconómico.

De esta forma, con respecto a la relación entre el nivel socioeconómico y el disfrute de la ciencia, se formula la siguiente hipótesis:

H7. El nivel socioeconómico se relaciona positivamente con el disfrute del aprendizaje de la ciencia en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

El estudio de Ahmed y Mudrey (2019) hallaron en su investigación que los estudiantes del nivel secundario con aspiraciones profesionales en STEM son predichas por la motivación instrumental de la ciencia cuando se controló la variable nivel socioeconómico.

Clavel et al. (2022) desarrollaron una investigación sobre los resultados en ciencias de estudiantes desfavorecidos a nivel socioeconómico o resilientes en relación a su rendimiento en ciencias. Sus resultados indican que el disfrute y el interés por la ciencia están positivamente relacionados con la resiliencia científica. En cambio, cuando el



estudiante tiene una motivación instrumental para aprender ciencias (le interesan las ciencias porque son útiles para sus planes profesionales), la relación es negativa.

El estudio de You et al. (2021) evidencia una contribución del nivel socioeconómico de los estudiantes y su motivación instrumental sobre el nivel de alfabetización científica.

Con este análisis se puede formular la siguiente hipótesis:

H8. El nivel socioeconómico se relaciona positivamente con la motivación instrumental de la ciencia en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

Disfrute el aprendizaje de la ciencia

El disfrute del aprendizaje de la ciencia ha sido evaluado en el marco de la evaluación PISA, por lo que algunos investigadores se han interesado en investigar la relación de este aspecto psicológico en la alfabetización científica. You et al. (2021) establece relaciones claramente significativas y positivas de las variables a nivel de estudiante de grado, disfrute por el aprendizaje de la ciencia, motivación y estatus económico/social/cultural (ESCS) con la alfabetización científica, después de controlar los factores escolares. Por su parte, Akdogdu et al. (2022) estudia el efecto del disfrute del aprendizaje de la ciencia en la alfabetización científica, pero sus resultados no fueron concluyentes, lo que da luz para realizar análisis jerárquicos.

El estudio de Grabau y Ma (2017) encontraron que todos los aspectos del compromiso con las ciencias (incluida el disfrute por el aprendizaje de la ciencia) estaban estadísticamente significativa y positivamente relacionados con el rendimiento en ciencias, y casi todos mostraron tamaños de efecto medianos o grandes.

De la misma forma Gil-Madrona et al. (2019) encontraron un efecto significativo de las esferas subjetivas y emocionales de los estudiantes (entre ellas, el disfrute de la ciencia y la motivación por el rendimiento) repercuten en el rendimiento en ciencias mediante metodología SEM.

Wang et al. (2021) indican que los estudiantes de alta competencia científica de Taiwán y Australia mostraron preferencias significativamente mayores por futuras carreras STEM que los estudiantes de baja competencia científica. Esta investigación aporta evidencia a favor por la relación entre el disfrute del aprendizaje de la ciencia y la alfabetización científica.

De esta forma, se formula la siguiente hipótesis de investigación:



H2. El disfrute del aprendizaje de la ciencia se relaciona positivamente con la alfabetización científica en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

Motivación instrumental de la ciencia

La motivación instrumental de la ciencia es otro tema estudiado ampliamente por investigadores a nivel internacional, específicamente en contextos asiáticos, europeos y de Norteamérica, es decir, de aquellos países considerados desarrollados.

Grabau y Ma (2017) aporte evidencia de la relación positiva y significativa entre la motivación instrumental de la ciencia y la alfabetización científica. Por su parte, Hofverberg et al. (2022) concluyeron que una fuerte motivación y unas creencias epistémicas sofisticadas fueron importantes tanto para el esfuerzo que los estudiantes ponen en la evaluación PISA como para su rendimiento, pero también que el nivel socioeconómico y cultural tuvo un impacto grande en los resultados.

En el estudio de Ma (2022) se considera a la motivación instrumental, junto con otras variables, como mediadoras entre las prácticas basadas en la indagación y la alfabetización científica. Las correlaciones se presentan positivas y significativas.

De acuerdo al análisis efectuado, se formula la siguiente hipótesis de investigación:

H4. La motivación instrumental de la ciencia se relaciona positivamente con la alfabetización científica en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

Uso de las TIC en el aprendizaje

Huang et al. (2021) en su investigación con SEM encontró que el uso de las TIC se correlaciona negativamente con el uso de las TIC, por lo que este dato sienta las bases para futuros debates al respecto. Por su parte, Dong y Kula (2022) encontraron que cuando no se diferencian la ubicación del uso de las TIC con fines académicos, se halló que un mayor uso puede ayudar a los estudiantes a mejorar sus resultados en ciencias en la mayoría de los países. Cuando se considera el uso escolar y extraescolar por separado, se halló que los resultados positivos anteriores están impulsados por el uso de dispositivos digitales fuera de la escuela y que hay más resultados negativos de un mayor uso de dispositivos en la escuela.

El estudio de Arpacı et al. (2021) reveló que existía una relación diferencial entre países y regiones en cuanto a la parte de la varianza total que se explicaba mediante factores relacionados con las TIC. Controlando las principales variables de los alumnos y de los



centros, a medida que aumentan las puntuaciones IDI (Índice del desarrollo de las TIC) de los países, las varianzas explicadas de las puntuaciones en ciencias por el uso, la disponibilidad y la actitud ante las TIC aumentan en América Latina y del Sur, mientras que en los países europeos las varianzas explicadas disminuyen. En Asia y el Pacífico, las varianzas explicadas entre países fueron similares.

El estudio de Hu et al. (2018) presentó, entre otros resultados, que el uso académico de las TIC por parte de los estudiantes se correlacionó negativamente con el rendimiento académico, mientras que el uso de las TIC para el entretenimiento se correlacionó positivamente con el rendimiento académico. Por otro lado, las actitudes de los estudiantes hacia las TIC demostraron efectos mixtos en el éxito académico de los estudiantes, específicamente, el interés, la competencia y la autonomía de los estudiantes en el uso de las TIC tuvieron correlaciones positivas, mientras que el disfrute de los estudiantes de la interacción social en torno a las TIC tuvo una correlación negativa con el rendimiento académico de los estudiantes.

Al-Rsa'i (2013), en un estudio más antiguo, revela que un modelo de aprendizaje PEA depende del uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias a través de los siguientes tres requisitos: 1) Utilizar las TIC de forma coherente con las tendencias de los alumnos y sus actitudes. 2) Construir contenidos educativos basados en la teoría constructivista del aprendizaje. 3) Proporcionar un entorno social de aprendizaje. De este modo, el uso de las TIC para propósitos académicos tiene relación con la alfabetización científica, siempre que se considere dentro de un tratamiento pedagógico.

Mediante el análisis efectuado, se formula la siguiente hipótesis de investigación:

H5. El uso de las TIC en el aprendizaje se relaciona positivamente con la alfabetización científica en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

El uso de las TIC también se ha relacionado con ciertas variables socioemocionales involucradas con los estudiantes, en este caso con el disfrute del aprendizaje de la ciencia. Algunas investigaciones se han desarrollado al respecto.

Arepattamannil y Santos (2019) desarrollaron una investigación donde indicaron que la competencia percibida por los estudiantes en el uso de las TIC y la autonomía percibida en relación con el uso de las TIC estaban significativamente relacionadas de forma positiva con el disfrute de la ciencia, el interés en temas científicos generales, la autoeficacia científica y las creencias epistemológicas sobre la ciencia. Además, los resultados del estudio



revelaron que la autonomía percibida por los alumnos en relación con el uso de las TIC estaba más fuertemente asociada con sus disposiciones hacia la ciencia que la competencia percibida en el uso de las TIC.

Huang et al. (2021) sintetiza sus resultados mediante el modelo de ecuaciones estructurales mostrando que la autoeficacia de los estudiantes en el uso de las TIC estaba positivamente relacionada con su uso de las TIC en el aprendizaje, mientras que el uso de las TIC en el aprendizaje estaba negativamente relacionado con su nivel de competencia en ciencias. El disfrute en el aprendizaje de las ciencias y la motivación instrumental estaban positivamente relacionados con su uso de las TIC, pero sólo el disfrute en el aprendizaje de las ciencias estaba positiva y significativamente relacionado con el nivel de competencia científica.

De acuerdo con estas consideraciones, se formula la siguiente hipótesis de investigación:

H9. El uso de las TIC se relaciona positivamente con la motivación instrumental de la ciencia en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

Autoeficacia de las TIC

La autoeficacia de las TIC es una variable que tiene relación con la motivación instrumental de la ciencia. Esta relación ha sido motivo de estudio por parte de algunos investigadores. El estudio de Huang et al. (2021) establece que la autoeficacia de las TIC y la motivación instrumental estaban positivamente relacionados dentro de una estructura de relación de otras variables más amplia.

Por su parte, Srijamdee y Pholphirul (2020) establecieron que el disfrute en el aprendizaje de las ciencias y la motivación instrumental estaban positivamente relacionados con su uso de las TIC, pero sólo el disfrute en el aprendizaje de las ciencias estaba positiva y significativamente relacionado con el nivel de competencia científica.

De acuerdo a estos estudios considerados, se formula la siguiente hipótesis de investigación:

H6. La autoeficacia de las TIC se relaciona positivamente con disfrute del aprendizaje de la ciencia en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.



La autoeficacia de las TIC implica la percepción de nivel de dominio de estos recursos tecnológicos para parte de los estudiantes y presentan relaciones con la alfabetización científica.

Huang et al. (2021) en su investigación con SEM encontró que la autoeficacia de las TIC se relaciona con la alfabetización científica a través de la mediación negativa el uso de las TIC.

Por su parte, Guo et al. (2022) encontraron que los factores de las TIC a nivel de estudiante y a nivel escolar, en particular el interés por las TIC, la autonomía en el uso de las TIC y la disponibilidad de las TIC en la escuela, influyen positivamente en el desarrollo de la alfabetización científica de los estudiantes. Además, se hallaron que los factores escolares y las variables TIC de los alumnos. Además, se hallaron relaciones estructurales entre la disponibilidad de las TIC, la percepción emocional de las TIC, los comportamientos de uso de las TIC para el aprendizaje, la autoeficacia científica y la alfabetización científica.

Hu et al. (2018) desarrollaron una investigación sobre las TIC y su relación con el rendimiento en ciencias. Sus datos indican que las habilidades TIC nacionales tuvieron un efecto más positivo en el rendimiento académico de los estudiantes que el acceso y uso de las TIC nacionales.

Con estos datos, se formula la siguiente hipótesis de investigación:

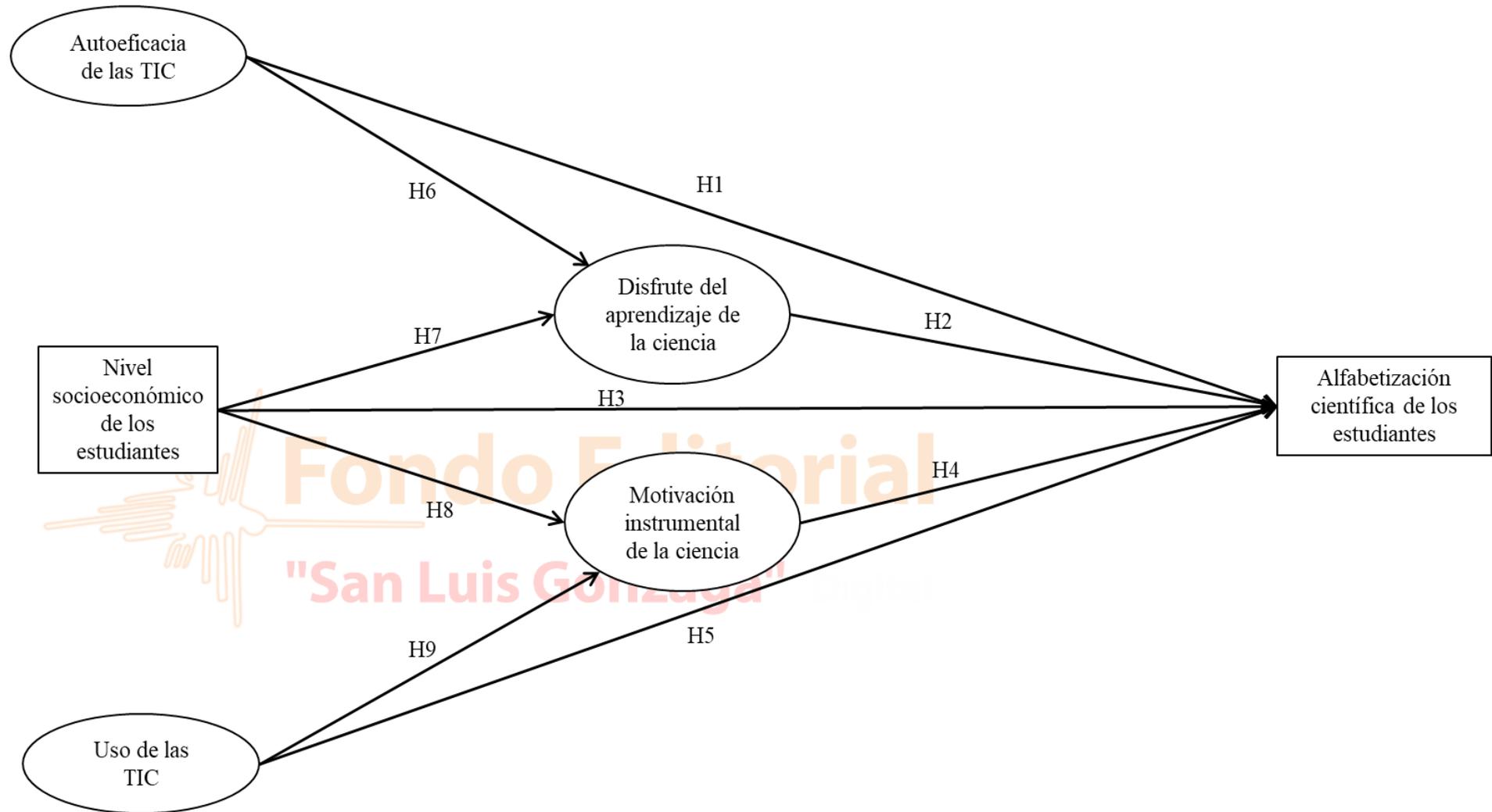
H1. La autoeficacia de las TIC se relaciona positivamente con la alfabetización científica en estudiantes de quinto año de secundaria de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica.

Para sistematizar las diferentes hipótesis de trabajo se ha formulado un modelo teórico que organiza las diferentes relaciones hipotetizadas dentro de una estructura, la cual se presenta el Figura 3:



Figura 2

Modelo hipotetizado de la alfabetización científica como variable de respuesta y algunas variables predictoras



Nota. Modelo hipotetizado.



4.2. Identificación de variables

a) Variable de respuesta:

Habilidades de alfabetización científica. Se trata de una variable con nivel de medición escalar.

b) Variables predictoras:

- Autoeficacia de las TIC. Se trata de una variable con nivel de medición escalar.
- Uso de las TIC. Se trata de una variable con nivel de medición escalar.
- Disfrute del aprendizaje de la ciencia. Se trata de una variable con nivel de medición escalar.
- Motivación instrumental de la ciencia. Se trata de una variable con nivel de medición escalar.
- Nivel socioeconómico. Se trata de una variable con nivel de medición escalar.



4.3. Definición operativa de variables e indicadores

Operacionalización de las variables de estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición	Instrumento
Alfabetización científica (Variable de respuesta)	Comprende tres competencias: La primera es de explicar fenómenos naturales, artefactos técnicos y tecnologías y sus implicaciones para la sociedad. La segunda es la de utilizar los propios conocimientos y comprensión de la investigación científica para identificar preguntas que puedan responderse mediante la investigación científica, proponer formas de abordar dichas preguntas e identificar si se han utilizado los procedimientos adecuados. La tercera es la de interpretar y evaluar datos y pruebas científicamente y valorar si las conclusiones están justificadas. (OCDE, 2019, p. 98)	La alfabetización científica se obtiene al examinar a los estudiantes sobre preguntas de rendimiento en tres competencias: Explicar sobre fenómenos científicamente, interpretar datos y pruebas científicamente y evaluar y diseñar la investigación científica.	Explicar fenómenos científicamente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recordar y explicar el conocimiento científico adecuado 2. Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones 3. Hacer y justificar predicciones adecuadas 4. Ofrecer hipótesis explicativas 5. Explicar las implicaciones potenciales de conocimiento científico para la sociedad 	1; 2; 6; 7; 11	Escala	Test de Habilidades de Alfabetización Científica (THAC)
			Interpretar datos y pruebas científicamente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transformar datos de una representación a otra. 2. Analizar e interpretar los datos y sacar conclusiones pertinentes. 3. Identificar los supuestos, las pruebas y razonamientos en los textos relacionados con la ciencia. 4. Distinguir entre los argumentos que se basan en la teoría y las pruebas científicas, y los basados en otras consideraciones 5. Evaluar los argumentos y pruebas científicas de diferentes fuentes (por ejemplo, periódicos, internet, revistas) 	3; 8; 9; 12; 13	Escala	
			Evaluar y diseñar la investigación científica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar la cuestión explorada en un estudio científico dado. 2. Distinguir cuestiones que podrían investigarse científicamente. 3. Proponer una forma de explorar científicamente una cuestión determinada. 4. Evaluar formas y explorar científicamente una cuestión determinada. 5. Describir y evaluar cómo los científicos aseguran la fiabilidad de los 	4; 5; 10; 14; 15	Escala	



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición	Instrumento
				datos, y la objetividad y la generalización de las explicaciones.			
Variable predictora 1: Autoeficacia de las TIC	“se refiere a la capacidad de un individuo para utilizar ordenadores [incluido los celulares y Tabletas] para investigar, crear y comunicarse con el fin de participar de manera efectiva en el hogar, en la escuela, en el lugar de trabajo y en la sociedad” (Bonanati & Buhl, 2022, p. 3).	Creencias de los estudiantes sobre su capacidad para evaluar, valorar y gestionar con éxito la información en el contexto de las TIC.	Uso de internet	<ul style="list-style-type: none"> • Puedo manejar los resultados sorprendentes de mi búsqueda en Internet. • Tengo ganas de resolver problemas durante las búsquedas en Internet porque puedo confiar en mis habilidades. • No importa lo que ocurra durante una búsqueda en Internet; yo me encargaré de ello. • Si me encuentro con algo desconocido durante una búsqueda en Internet, sabré cómo manejarlo. • Si me encuentro con un problema durante una búsqueda en Internet, puedo resolverlo por mí mismo. 	1 – 5	Escala	Escala de autoeficacia de las TIC
			Uso de Smartphone / Tablet	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo un Smartphone o Tableta con mucha facilidad. • Cuando alguien me pide que le ayude con su Smartphone / Tablet no tengo problemas en arreglarlo. • Soy capaz de configurar un Smartphone / Tablet con suma facilidad. • Accedo a diferentes juegos con mucha facilidad. • Puedo intercambiar fotos, videos, mensajes y archivos con facilidad. 	6 – 10		
			Uso de PC	<ul style="list-style-type: none"> • Le doy un uso adecuado a Microsoft Office. • Soy capaz de editar o crear videos y audios en la PC. • En la PC me dedico bastante tiempo para jugar en línea. • En la PC me conecto a las redes sociales como Facebook, TikTok, You Tube, etc. e interactúo en ella. • Si la PC presenta alguna falla en los programas soy capaz de solucionarlo. 	11 – 15		



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición	Instrumento
Variable predictora 2: Uso de las TIC	Es una forma de participación en las TIC, el cual no está limitado al mero uso y disponibilidad dentro y fuera de la escuela sino también a las actitudes hacia las TIC. (Courtney et al., 2022)	Nivel de empleo de las TIC por parte de estudiantes de quinto al interior del colegio y fuera de él, asimismo las disposiciones personales que se tengan a estos recursos.	Uso de las TIC fuera del colegio	<ul style="list-style-type: none"> Las TIC en casa Uso de las TIC fuera de la escuela (ocio) Uso de las TIC fuera de la escuela (para actividades escolares) Las TIC como tema de interacción social Uso de las TIC relacionado con asignaturas fuera de las clases 	1 – 5	Escala	Escala sobre el uso de las TIC
			Uso de las TIC en el colegio	<ul style="list-style-type: none"> TIC disponibles en la escuela Uso de las TIC en la escuela en general Uso de las TIC relacionadas con alguna asignatura durante las clases 	6 – 8		
			Actitudes hacia las TIC	<ul style="list-style-type: none"> Autoconfianza en las tareas TIC de alto nivel Actitud hacia las TIC Limitaciones de las TIC como herramienta de aprendizaje escolar Las TIC como herramienta para el aprendizaje escolar Interés por las TIC Competencia percibida en TIC Autonomía percibida en relación con el uso de las TIC 	9 – 15		
Variable predictora 3: Disfrute del aprendizaje de la ciencia	“Disposición de los estudiantes a dedicar tiempo y esfuerzo a actividades relacionadas con la ciencia, la elección de optativas, la autoimagen de los estudiantes y el tipo de titulaciones que esperan cursar.” (Gil-Madrona et al., 2019, p. 10)	Conjunto de disposiciones favorables de los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia en contexto escolar.		<ul style="list-style-type: none"> Me gusta aprender ciencias Me gustaría no tener que estudiar ciencias La ciencia es aburrida Aprendo muchas cosas interesantes en ciencias Me gusta la ciencia Tengo ganas de aprender ciencias en la escuela La ciencia me enseña cómo funcionan las cosas en el mundo Me gusta hacer experimentos científicos La ciencia es una de mis asignaturas favoritas 	1 – 9	Escala	Escala sobre el disfrute del aprendizaje de la ciencia
Variable predictora 4:	La motivación instrumental refleja el	Tipo de motivación que se fundamenta en las		<ul style="list-style-type: none"> Creo que aprender ciencias me ayudará en mi vida diaria 	1 – 9	Escala	Escala sobre la motivación



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición	Instrumento														
Motivación instrumental de la ciencia	deseo de los alumnos de aprender ciencias como medio para obtener recompensas relacionadas en el futuro, como mejorar las oportunidades profesionales y seleccionar en campos de estudio científicos (He et al., 2019).	orientaciones positivas que tienen los estudiantes sobre la utilidad del aprendizaje de la ciencia en contexto escolar y a futuro.		<ul style="list-style-type: none"> • Necesito las ciencias para aprender otras asignaturas • Necesito hacerlo bien en ciencias para entrar a la universidad de mi elección • Necesito hacerlo bien en ciencias para conseguir el trabajo que quiero • Me gustaría un trabajo que implique el uso de la ciencia • Es importante aprender ciencias para progresar en el mundo • Aprender ciencias me dará más oportunidades de trabajo cuando sea adulto • Mis padres creen que es importante que me vaya bien en ciencias • Es importante que me vaya bien en ciencias 			instrumental de la ciencia														
Variable predictora 5: Nivel socioeconómico	El nivel socioeconómico se define como la posición de una persona o familia dentro de una estructura jerárquica social, basada en su acceso a la riqueza, el prestigio y el poder, o su control sobre ellos (Mueller & Parcel, 1981).	Información proporcionada por los estudiantes acerca de sus posesiones materiales, ingreso de sus padres, vivienda, educación y profesión de sus padres. Los resultados se catalogan según niveles: NSE bajo, NSE medio y NSE alto.		<table border="1"> <tr> <td>Posesiones materiales</td> <td>1 – 18</td> </tr> <tr> <td>Libros en casa</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Ingreso económico de los padres</td> <td>20 y 21</td> </tr> <tr> <td>Calidad de vivienda</td> <td>22, 23, 24,</td> </tr> <tr> <td>Calidad de la alimentación escolar</td> <td>25, 26</td> </tr> <tr> <td>Educación de los padres</td> <td>27 (a, b), 28 (a, b)</td> </tr> <tr> <td>Profesión de los padres</td> <td>29 y 32</td> </tr> </table>	Posesiones materiales	1 – 18	Libros en casa	19	Ingreso económico de los padres	20 y 21	Calidad de vivienda	22, 23, 24,	Calidad de la alimentación escolar	25, 26	Educación de los padres	27 (a, b), 28 (a, b)	Profesión de los padres	29 y 32		Ordinal	Cuestionario socioeconómico del estudiante
Posesiones materiales	1 – 18																				
Libros en casa	19																				
Ingreso económico de los padres	20 y 21																				
Calidad de vivienda	22, 23, 24,																				
Calidad de la alimentación escolar	25, 26																				
Educación de los padres	27 (a, b), 28 (a, b)																				
Profesión de los padres	29 y 32																				

Nota. La alfabetización científica se operacionalizó según la propuesta de PISA 2015. El cuestionario socioeconómico se realizó a partir de la propuesta de PISA-2015. La autoeficacia de las TIC se ha dimensionado en función a la propuesta de Bonanati y Buhl (2022). El uso de las TIC fue operacionalizado según la recomendación de Courtney et al., (2022). La motivación instrumental y el disfrute del aprendizaje de la ciencia se fundamentaron en la propuesta del Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS), 2015 (He et al., 2019). Estas dos últimas variables se consideran como de tipo motivacional.



5. Metodología

5.1. Tipo de investigación

En principio, la investigación propuesta es de corte básico. Según Sierra (2005), este tipo de investigaciones pretenden enriquecer el acervo cognitivo sobre el fenómeno de estudio. En el caso particular se pretende engrosar el conocimiento sobre los aspectos o factores que intervienen el incremento o decremento de la alfabetización científica en estudiantes de secundaria.

La investigación, en función del objetivo propuesto en el modelo teórico, es causal y no experimental. Estos tipos de investigación "... se caracterizan por la recogida sistemática de información y porque no hay manipulación o intervención directa con objeto de reproducir unas condiciones antecedentes." (Ramos et al., 2014, p. 213). De acuerdo a lo mencionado, en la investigación se establecen relaciones entre variables latentes y observadas, organizadas según un modelo estructural y de medida originadas por el análisis de la revisión teórica.

5.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación, por la naturaleza de los resultados pretendidos es explicativa. Según Hernández et al. (2014) un estudio explicativo "está dirigido a responder por las causas de los eventos o fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables." (p. 85). De acuerdo con Ato y Vallejo (2015) las investigaciones explicativas pueden trabajar mediante estrategias asociativas y manejar hipótesis de covariación, en este sentido, el argumento manejado es que las variables independientes se relacionan funcionalmente con la variable dependiente.

Las investigaciones explicativas, según Ramos et al. (2014) contemplan variables independientes y dependientes, que metodológicamente pueden corresponder a investigaciones experimentales o no experimentales. En la metodología no experimental las variables independientes y dependientes solamente establecen una relación funcional, mas no causal.

Con lo aseverado, el modelo teórico propuesto en la investigación presenta la relación causal entre cinco variables latentes (Autoeficacia de las TIC, Nivel socioeconómico, Uso de las TIC, disfrute del aprendizaje de la ciencia y motivación instrumental de la ciencia) y una variable observada (Alfabetización Científica).



5.3. Métodos de investigación

El método de investigación es el científico. Según Kerlinger y Lee (2002) la investigación basada en el método científico contempla un proceso que inicia con el desarrollo de un problema-obstáculo-idea; luego se formulan hipótesis plausibles procedentes de un análisis teórico previo; se efectúa un razonamiento-deducción de las consecuencias de las hipótesis formuladas previamente; y la observación-prueba-experimento, como paso final. Estas cuatro fases integradas convenientemente permiten responder a un problema de carácter científico.

El método científico propuesto en el estudio se concreta en el hecho de que se parte de la revisión teórica para la formulación de un modelo teórico, el cual relaciona variables en términos causales. Mediante el modelamiento estadístico se analizan las relaciones y se ajusta el modelo propuesto comprobándose las hipótesis formuladas. De este modo se vuelve a la teoría mediante la discusión de los resultados.

5.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación elegido fue el diseño explicativo con variables latentes. Este tipo de diseño o modelo SEM se caracteriza por ser un modelo con:

una parte estructural (que presenta un *submodelo estructural* de relaciones entre variables, como en el diseño con variables observables) y una parte de medida (que incluye los diferentes indicadores que definen cada uno de los constructos o variables latentes, lo que en su conjunto representa un *submodelo de medida*). El modelo SEM se representa también mediante un sistema de ecuaciones estructurales, donde algunas variables son observables y otras son latentes. por tal razón se conocen también como *modelos de ecuaciones estructurales* ('structural equation models') o *modelos de estructuras de covarianzas* (*covariance structural models*). (Ato & Vallejo, 2015, pp. 497-498)

Siendo una investigación de paradigma asociativo, tendrá las siguientes características: presencia de hipótesis de predicción, no manipulación, control limitado y verificación de normalidad multivariada.

En el contexto analizado, el procedimiento utilizado fue PLS-SEM. Este procedimiento es útil cuando el propósito del modelo estructural es predecir y explicar los resultados obtenidos mediante las métricas dentro y fuera de la muestra; asimismo, este procedimiento tiene soluciones para muestras pequeñas ya que PLS-SEM itera de un lado a otro varias veces optimizando en primer lugar el modelo de medida y luego el modelo estructural, y de regreso al modelo de medida, y luego nuevamente al modelo estructural, y así sucesivamente hasta optimizar la predicción; es por esto que el término "mínimos cuadrados parciales" se deriva del enfoque parcial para analizar los datos en comparación con CB-SEM (Hair & Alamer, 2022).



5.5. Población, muestra y muestreo

Población

La población estuvo constituida por 351 estudiantes del quinto año de algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica en el año 2023. Se han considerado las instituciones educativas emblemáticas que albergan la mayor cantidad de población estudiantil: La Victoria de Ayacucho, Francisca Diez Canseco de Castilla y Micaela Bastidas Puyucahua.

La población de estudiantes del quinto año se distribuye en la Tabla 2:

Tabla 2

Población de Estudiantes de las Instituciones educativas que albergan más cantidad de estudiantado del distrito de Huancavelica

Instituciones educativas	Hombres	%	Mujeres	%	Total	%	N° de secciones	Media de alumnos por aula
La Victoria de Ayacucho	135	100%	0	0%	135	43%	9	15
Francisca Diez Canseco de Castilla	0	0%	162	35%	162	51%	9	18
Micaela Bastidas de Puyucahua	0	0%	54	100%	54	6%	4	14
Total	158	100%	216	100%	351	100%	22	

Nota. Datos recabados de la plataforma ESCALE con estudiantes del quinto año en 2023 (<https://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiee>).

Muestra

La muestra aleatoria estratificada estuvo compuesta por 173 estudiantes, entre hombres y mujeres, pertenecientes a las siguientes instituciones educativas del nivel secundario: La Victoria de Ayacucho, Francisca Diez Canseco de Castilla y Micaela bastidas Puyucahua.

En la Tabla 3 se presentan la muestra la muestra aleatoria estratificada distribuida por institución educativa.



Tabla 3

Muestra aleatoria estratificada de estudiantes del quinto año algunas instituciones educativas del distrito de Huancavelica, 2023.

N°	Instituciones Educativa	Población promedio por aula	Frecuencias relativas	Tamaño de muestras por estratos	Aulas intervenidas
1	La Victoria de Ayacucho (LVA)	135	0.385	67	4 aulas (A, B, D, F)
2	Francisca Diez Canseco de Castilla (FDCC)	162	0.462	80	4 aulas (A, B, C, D)
3	Micaela Bastidas de Puyucagua (MBP)	54	0.154	26	2 aulas (C, D)
Total		351	1.0000	173	10 aulas

Población (N = 351)

Muestra (n = 173)

Nota. Basado en el reporte de ESCALE-2023 (<https://escale.minedu.gob.pe/padron-de-ieee>), con estudiantes del cuarto año. El tamaño de las muestras por estratos se determinó multiplicando las frecuencias relativas por muestra y haciendo el redondeo.

La elección de la muestra de estudio se basó en los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Estudiantes del quinto año matriculados en el año 2023 en las tres instituciones educativas focalizadas.
- Estudiantes con asistencia regular a las instituciones educativas focalizadas.
- Estudiantes del quinto año de las siguientes secciones: FDCC: “A”, “B”, “C” y “D”; LVA: “A”, “B”, “D” y “F”; MBP: “C” y “D”.

Criterios de exclusión:

- Estudiantes que no pertenezcan a las secciones antes mencionadas de los diferentes colegios.
- Estudiantes que presenten alguna condición de salud física y/o mental que limite la adecuada administración de los instrumentos.
- Estudiantes con problemas de conducta y/o disciplinario.
- Estudiantes que no hayan completado los instrumentos de recolección de datos.



Procedimientos de muestreo

La elección de la muestra estratificada fue por azar y con igual probabilidad para todas las diversas unidades. El procedimiento inició con la determinación del tamaño muestral y luego el cálculo del error muestral para el procedimiento estratificado.

a) *Determinación del tamaño de la muestra*

El trabajo de recolección de los datos se llevó a cabo en una muestra de estudiantes del quinto año de secundaria de tres instituciones educativas que albergan la mayor cantidad de éstos, los cuales ascienden a una suma de 351 estudiantes matriculados para el año 2023, según el reporte de ESCALE 2023 (alumnos del 5° año). El procedimiento empleado para poblaciones finitas fue (Cea D'Ancona, 2012):

$$n = \frac{Z^2 \hat{P} \hat{Q} N}{E^2(N-1) + Z^2 \hat{P} \hat{Q}} \quad (1)$$

Donde:

N : Tamaño de la población (351)

Z : Nivel de confianza al 95% (1.96)

\hat{P} : Proporción esperada (50)

\hat{Q} : Complemento de P (50)

E : Precisión o margen de error (0.05)

n : Tamaño de la muestra

Efectuando los cálculos, se tiene:

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 351}{(0.05^2 \cdot 351) + (1.96^2 \cdot 50 \cdot 50)} = 173.3 \approx 173$$

b) *Cálculo del error muestral*

El error muestral se define como la desviación típica de las distintas medias obtenidas alrededor de la media de la población (Sierra, 2005).

La muestra aleatoria estratificada proporcional se calcula mediante el Error típico de una proporción, mediante la siguiente fórmula:



$$E_{(PProp)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n n_i \hat{P}_i \hat{Q}_i}{n^2}} \quad (2)$$

Efectuando los cálculos se obtiene:

$$E_{(PProp)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n n_i \hat{P}_i \hat{Q}_i}{n^2}} = \sqrt{\frac{43.25}{29929}} = 0.038\%$$

El valor obtenido de error muestra es de 0.038, el cual es menor al 6% (Sierra, 2005), por lo que se determina que la muestra tiene el tamaño adecuado.

Durante la aplicación de los instrumentos se han encontrado algunas dificultades, por lo que la muestra se redujo a 100 estudiantes los cuales cumplieron las mínimas condiciones para ser incluidos en el modelo de análisis. Estos inconvenientes fueron los siguientes: los estudiantes no completaron los instrumentos, hubo casos que faltaron a clases el día de la aplicación, y otros presentaba inconvenientes con su asistencia regular. La disminución de la cantidad de la muestra no afectó los análisis posteriores ya que se procedió mediante PLS-SEM el cual trabaja bien con muestras pequeñas.

5.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas empleadas para la recolección de datos fueron las escalas y cuestionarios. Según Cea D'Ancona (2012) estas técnicas se presentan como las de mayor popularidad en la investigación social debido a su facilidad de aplicación y su potencial sintético de la información. Por otro lado, se aplicó también la técnica de los test de rendimiento; según Aiken (2003), estos instrumentos son típicamente empleados para medir fenómenos educativos. A continuación se detallan los instrumentos empleados en el estudio, los cuales cumplen con ciertos estándares técnico para su elaboración y aplicación (Muñiz & Fonseca-Pedrero, 2019).

a) *Uso de las TIC en el aprendizaje*

Para el uso de las TIC se empleó una escala propuesta por Courtney et al. (2022) y adecuada para los propósitos de la investigación. La escala consta de tres dimensiones: Uso de las TIC fuera del colegio, uso de las TIC en el colegio y Actitudes hacia las TIC. La cantidad total de los ítems considerados es de 15 reactivos distribuidos en las tres dimensiones.

b) *Autoeficacia en las TIC*

La autoeficacia de las TIC se evaluó mediante una escala adecuada por Bonanati y Buhl (2022) para estudiantes del nivel secundario. El instrumento presenta 15 reactivos



distribuidos en tres subescalas. Esta escala presenta propiedades métricas apropiadas mediante análisis factorial, pero también serán analizados para el propósito del modelo de medida.

c) Motivación instrumental de la ciencia

La motivación instrumental del aprendizaje de la ciencia en estudiantes del nivel secundario fue medida mediante una escala. Para este propósito se empleó la propuesta de TIMSS (Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias), cual consta de nueve reactivos debidamente justificados estadísticamente (He et al., 2019).

d) Disfrute del aprendizaje de la ciencia

El disfrute por el aprendizaje la ciencia fue medida mediante una escala propuestas por TEMSS (Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias), cual consta de nueve reactivos debidamente justificados estadísticamente (He et al., 2019).

e) Nivel socioeconómico

Para recoger información sobre el nivel socioeconómico de los estudiantes se diseñó un cuestionario que ha considerado las siguientes áreas: posesiones materiales, ingreso económico de los padres, vivienda, alimentación escolar, educación de los padres y su profesión. El instrumento se fundamentó en la propuesta de PISA-2015 (OCDE, 2017).

f) Alfabetización científica

La alfabetización científica, según la definición postulada, es una variable de tipo desempeño académico, el cual fue medida mediante una prueba de rendimiento.

Mediante el algoritmo propuesto para la construcción del instrumento en la Tabla 4 se presenta el procedimiento que se siguió para el desarrollo del test.

Tabla 4

Algoritmo para la construcción de la prueba de alfabetización científica

Etapas	Decisión a tomar acerca de...	Respuesta:
Determinación de la finalidad del test	¿Qué se va a medir? ¿A quién se va a medir? ¿Para qué se va a medir?	Competencias científicas como parte de la alfabetización científica. Estudiantes del quinto grado de secundaria. Función descriptiva: Para determinar el nivel de alfabetización científica de los estudiantes.
Especificar las características del test	¿Cuál va a ser el contenido?	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar fenómenos científicamente: reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos. • Interpretar datos y pruebas científicamente: analizar y evaluar datos, alegaciones y argumentos



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

Etapas	Decisión a tomar acerca de...	Respuesta:
		<p>en una variedad de representaciones y sacar conclusiones científicas adecuadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar y diseñar la investigación científica: describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer formas de abordar científicamente las cuestiones.
	¿Qué tipo de ítems se van a construir?	<p>Ítems de elección: Ítems de elección múltiple, tipo IBM.</p> <p>Ítems de construcción: ítems de respuesta extensa o de ensayo.</p>
	¿Cuántos ítems?	<p>En función a la tabla de especificaciones, pero se propone 20 reactivos.</p>
	¿Cuáles serán las características psicométricas de los ítems?	<p>Se consideran: grado de dificultad de los ítems, grado de homogeneidad de los ítems y el nivel de discriminación de los ítems.</p>
Redacción de ítems	¿Qué tipo de ítems serán?	<p>En función a las siguientes recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe existir un alto grado de congruencia entre el ítem y el constructo psicológico que se quiere medir (validez de constructo). • Los constructos deben estar claramente definidos. Si no es así, difícilmente se podrá valorar el grado de congruencia ítem-constructo. • Hay que tratar de minimizar los errores de medida cometidos al medir el constructo con cada ítem. • El formato de los ítems ha de ser adecuado para el objetivo del test. • Los ítems deben reunir las características psicométricas más adecuadas en cada caso. • Los ítems deben estar bien redactados. • Los ítems deben satisfacer las consideraciones legales y técnicas pertinentes (validez de facie). Por ejemplo, se debe evitar el plagio.

Nota. El algoritmo fue elaborado en función a la propuesta de Barbero et al. (2015) sobre la construcción de instrumentos de medición.

La prueba rendimiento en alfabetización científica se sustentó en la siguiente matriz de especificaciones, donde se contempla en la parte de las filas las áreas de contenidos y en la columna izquierda el área de procesos:



Matriz de especificaciones para la prueba de alfabetización científica

Tabla 5

Matriz de especificaciones de la variable alfabetización científica

Competencias	Capacidades	Contenido temático		
		Sistemas físicos (33.3%)	Sistemas vivos (33.3%)	Sistemas terrestres y espaciales (33.3%)
Explicar fenómenos científicamente (33.9%)	1. Recordar y explicar el conocimiento científico adecuado	1	0	0
	2. Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones	0	1	0
	3. Hacer y justificar predicciones adecuadas	0	0	1
	4. Ofrecer hipótesis explicativas	1	0	0
	5. Explicar las implicaciones potenciales de conocimiento científico para la sociedad	0	1	0
Interpretar datos y pruebas científicamente (33.3%)	1. Transformar datos de una representación a otra.	0	0	1
	2. Analizar e interpretar los datos y sacar conclusiones pertinentes.	0	1	0
	3. Identificar los supuestos, las pruebas y razonamientos en los textos relacionados con la ciencia.	1	0	0
	4. Distinguir entre los argumentos que se basan en la teoría y las pruebas científicas, y los basados en otras consideraciones	0	1	0
	5. Evaluar los argumentos y pruebas científicas de diferentes fuentes (por ejemplo, periódicos, internet, revistas)	0	0	1
Evaluar y diseñar la investigación científica (33.3%)	1. Identificar la cuestión explorada en un estudio científico dado.	1	0	0
	2. Distinguir cuestiones que podrían investigarse científicamente.	0	1	0
	3. Proponer una forma de explorar científicamente una cuestión determinada.	0	0	1
	4. Evaluar formas y explorar científicamente una cuestión determinada.	1	0	0
	5. Describir y evaluar cómo los científicos aseguran la fiabilidad de los datos, y la objetividad y la generalización de las explicaciones.	0	0	1
TOTAL		5	5	5

Nota. Elaborado a partir de la propuesta de PISA – 2015 (OCDE, 2017).



El proceso de la validación de los instrumentos se efectuó por medio de la validez de contenido de los ítems (Anastasi & Urbina, 1998; Cohen & Swerdlik, 2006), mediante la estrategia de juicio de expertos. Para determina la validez de contenido se ha empleado la V de Aiken (Aiken, 2003; Merino & Livia, 2009). Para el cálculo de la validez se ha empleado la Fórmula 1:

$$V = \frac{\bar{X}-l}{k} \quad (3)$$

Donde:

\bar{X} : Media de las calificaciones de los jueces en la muestra.

l : Es la calificación más baja posible.

k : Es el rango de los valores de los valores de la escala Likert utilizada.

Para el cálculo de los intervalos de confianza para la V de Aiken (Merino & Livia, 2009) se han empleado dos fórmulas para determinar el límite inferior (L) y el límite superior (U).

Límite inferior:

$$L = \frac{2nkV + z^2 - z\sqrt{4nkV(1-V) + z^2}}{2(nk + z^2)} \quad (4)$$

Límite superior:

$$U = \frac{2nkV + z^2 + z\sqrt{4nkV(1-V) + z^2}}{2(nk + z^2)} \quad (5)$$

Donde:

L : Límite inferior del intervalo.

U : Límite superior del intervalo.

Z : valor en distribución normal estándar.

V : V de Aiken, calculado mediante la Fórmula 3

n : número de jueces.

Efectuado los cálculos en la Tabla 6 se presentan los resultados. En la primera columna se encuentran los diferentes instrumentos validados por ítems, en algunos casos organizados por dimensiones y en otros no, por ser unidimensional, de acuerdo a la teoría que la sustenta.



En la segunda columna se encuentra el valor de la V de Aiken calculada con la Fórmula 3. En las columnas 3 y 4 se encuentran los intervalos de confianza inferior como superior, respectivamente, calculadas con las fórmulas 4 y 5. En la última columna, se encuentra la decisión realizada en función al valor de la V en cuanto al límite inferior. El criterio para la decisión se ha realizado según la recomendación de Merino y Livia (2009) quienes recogen la idea sobre los estándares de validez que son de tipo liberal y conservador. En el caso particular, se ha tomado en cuenta el criterio liberal (valores iguales o superiores a .50) para valorar la V de Aiken en el intervalo inferior (L).

Tabla 6

Valores de V de Aiken para determinar la validez de contenido de los instrumentos

Ítems	V de Aiken	Intervalo de confianza al 90%		Decisión*
		Límite inferior (L)	Límite superior (U)	
Instrumento: Escala de autoeficacia de las TIC				
<i>Dimensión 1: Uso de internet</i>				
Ítem 1	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 2	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 3	0.867	0.638	0.960	Válido
Ítem 4	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 5	1.000	0.815	1.000	Válido
<i>Dimensión 2: Uso de Smartphone / Tablet</i>				
Ítem 6	1.000	0.815	1.000	Válido
Ítem 7	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 8	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 9	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 10	0.933	0.719	0.987	Válido
<i>Dimensión 3: Uso de PC / Laptop</i>				
Ítem 11	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 12	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 13	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 14	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 15	0.967	0.765	0.996	Válido
Instrumento: Escala de uso de las TIC				
<i>Dimensión 1: Uso de las TIC fuera del colegio</i>				
Ítem 1	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 2	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 3	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 4	0.900	0.677	0.975	Válido
Ítem 5	0.900	0.677	0.975	Válido
<i>Dimensión 2: Uso de las TIC en el colegio</i>				
Ítem 6	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 7	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 8	0.933	0.719	0.987	Válido
<i>Dimensión 3: Actitudes hacia las TIC</i>				
Ítem 9	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 10	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 11	0.900	0.677	0.975	Válido
Ítem 12	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 13	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 14	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 15	0.967	0.765	0.996	Válido
Instrumento: Escala de disfrute del aprendizaje de la ciencia				
Ítem 1	0.967	0.765	0.996	Válido



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

Ítems	V de Aiken	Intervalo de confianza al 90%		Decisión*
		Límite inferior (L)	Límite superior (U)	
Ítem 2	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 3	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 4	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 5	0.800	0.564	0.925	Válido
Ítem 6	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 7	1.000	0.815	1.000	Válido
Ítem 8	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 9	0.867	0.638	0.960	Válido
Instrumento: Escala de motivación instrumental de la ciencia				
Ítem 1	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 2	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 3	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 4	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 5	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 6	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 7	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 8	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 9	0.933	0.719	0.987	Válido
Instrumento: Cuestionario socioeconómico				
Ítem 1	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 2	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 3	0.867	0.638	0.960	Válido
Ítem 4	0.867	0.638	0.960	Válido
Ítem 5	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 6	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 7	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 8	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 9	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 10	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 11	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 12	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 13	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 14	0.833	0.600	0.943	Válido
Ítem 15	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 16	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 17	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 18	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 19	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 20	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 21	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 22	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 23	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 24	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 25	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 26	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 27	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 28	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 29	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 30	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 31	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 32	0.933	0.719	0.987	Válido
Instrumento: Test de habilidades de alfabetización científica				
<i>Dimensión 1: Explicar fenómenos científicamente</i>				
Ítem 1	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 2	0.867	0.638	0.960	Válido
Ítem 6	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 7	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 11	0.933	0.719	0.987	Válido
<i>Dimensión 2: Interpretar datos y pruebas científicamente</i>				



Ítems	V de Aiken	Intervalo de confianza al 90%		Decisión*
		Límite inferior (L)	Límite superior (U)	
Ítem 3	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 8	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 9	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 12	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 13	0.967	0.765	0.996	Válido
<i>Dimensión 3: Evaluación y diseño de la investigación científica</i>				
Ítem 4	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 5	1.000	0.815	1.000	Válido
Ítem 10	0.967	0.765	0.996	Válido
Ítem 14	0.933	0.719	0.987	Válido
Ítem 15	0.933	0.719	0.987	Válido

Nota. *El criterio para la toma de decisiones se ha efectuado en función al estándar liberal, donde el límite inferior de la V debe ser igual o mayor a .05.

3.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Empleando el paquete estadístico Jamovi, se realizó el análisis descriptivo de las variables que forman el modelo, luego mediante el programa estadístico SMART-PLS se analizó el modelo de medida y el modelo estructural (Aldás & Uriel, 2017). De la misma forma, los programas estadísticos considerados en el proceso de análisis permitieron realizar los gráficos.

La estructura del modelo de ecuaciones estructurales está representado por dos componentes: submodelo de medida y submodelo estructura (Roth, 2012). El modelo de medida se basa en alfa de Cronbach, CR, validez convergente y discriminante. El segundo componente (submodelo estructural) se concentra en las relaciones entre variables o factores latentes no observables.

Las fases del modelo de ecuaciones estructurales que se siguió para probar el modelo hipotetizado comprende la siguiente secuencia: especificación del modelo, evaluación de la identificación del modelo, estimación del modelo y la reespecificación del modelo (Holgado et al., 2019).

5.7. Descripción de la prueba de hipótesis

El proceso de la prueba de hipótesis se efectuó en función a los valores obtenidos en los coeficientes Path o β , los cuales indican la intensidad de predicción que se encuentran entre las variables latentes del modelo, así como de los coeficientes R^2 que predicen las relaciones. Este proceso se valida por el procedimiento denominado *bootstrapping*.



En cuanto al modelo de medida, se ha procedido mediante el análisis de la confiabilidad alfa y omega (CR). Asimismo, se ha considerado la validez discriminante y convergente de los ítems con respecto a su variable.

Finalmente, las hipótesis de investigación o de trabajo se contrastaron en función de sus valores β estandarizados a un nivel de significación de $p < 0.05$ y $p = 0.01$.

5.8. Presentación e interpretación de datos

5.8.1. Análisis de los resultados de la alfabetización científica

La alfabetización científica es una medida de rendimiento de las habilidades científicas de los estudiantes, la cual se determina de manera global (variable observada), así como por sus dimensiones. En la Tabla 7 se presentan los resultados de la variable habilidades de alfabetización científica de los estudiantes del quinto año. En ella se muestra que la media obtenida por los estudiantes fue de 8.940 (DE = 2.658) la cual fue medida bajo una escala de 0 a 15 puntos en su escala bruta. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 9 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 4 y la máxima fue de 15. Por otro lado, el 25% de los estudiantes se encuentran por debajo de los 7 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 11 puntos.

En la Figura 3 se presenta el histograma de frecuencias sobre las puntuaciones de las habilidades de alfabetización científica en los estudiantes. Se presenta gráficamente la ubicación de la media mediante una línea roja gruesa, la ubicación de los percentiles mediante una línea roja delgada, la ubicación de la desviación estándar que se halla por debajo y sobre la media aritmética, y, finalmente, mediante líneas punteadas la ubicación de las puntuaciones z.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de la variable habilidades de alfabetización científica en estudiantes del quinto año

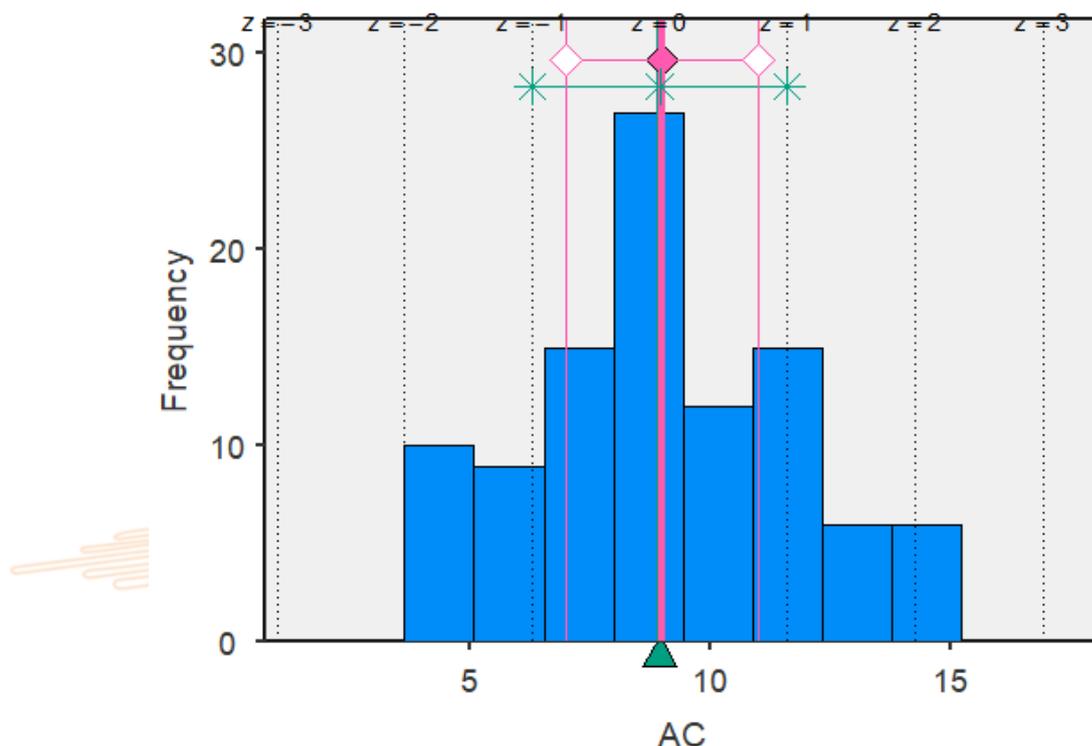
Variable	M	Me	s	Mínimo	Máximo	Percentiles		N	Perdidos
						P ₂₅	P ₇₅		
AC	8.940	9.000	2.658	4.000	15.00	7.000	11.00	100	0

Nota. AC = Habilidades en Alfabetización Científica.



Figura 3

Histograma de frecuencias de los resultados de las habilidades de Alfabetización Científica en estudiantes del quinto año



Nota. AC = Habilidades en Alfabetización Científica.

El análisis de la AC también se ha efectuado por dimensiones, los resultados se presentan en la Tabla 8. La dimensión referida a la habilidad de explicar fenómenos científicamente presenta una media de 2.970 (DE = 1.176) la cual fue medida bajo una escala de 0 a 5 puntos de su escala bruta. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 3 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 1 y la máxima fue de 5. Por otro lado, el 25% de los estudiantes se encuentran por debajo de los 2 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 4 puntos.

La dimensión referida a la habilidad de interpretar datos y pruebas científicamente presenta una media de 2.950 (DE = 0.8919) la cual fue medida bajo una escala de 0 a 5 puntos de su escala bruta. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 3 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 1 y la máxima fue de 5. Por otro lado, el 25% de los



estudiantes se encuentran por debajo de los 2 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 3 puntos.

La dimensión referida a la habilidad de evaluar y diseñar la investigación científica presenta una media de 3.020 (DE = 1.180) la cual fue medida bajo una escala de 0 a 5 puntos de su escala bruta. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 3 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 1 y la máxima fue de 5. Por otro lado, el 25% de los estudiantes se encuentran por debajo de los 2 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 4 puntos.

En la Figura 4 se presenta los histogramas de frecuencias de las puntuaciones obtenidas en las tres dimensiones de la variable AC. En este gráfico se presentan las medias y sus respectivas desviaciones estándar representadas por el color verde, la mediana y los percentiles 25 y 75 presentadas por las líneas rojas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las habilidades de alfabetización científica en los estudiantes de secundaria, en general, muestran en su mayoría puntuaciones regulares alrededor de los nueve puntos aproximadamente, lo cual explica el tamaño importante de la curtosis (leptocúrtica). Semejante configuración se presenta para las dimensiones, las cuales siguen el patrón de las puntuaciones de reunirse en valores intermedios (leptocúrticos).

Tabla 8

Estadísticos descriptivos de las dimensiones de la variable habilidades de alfabetización científica en estudiantes del quinto año

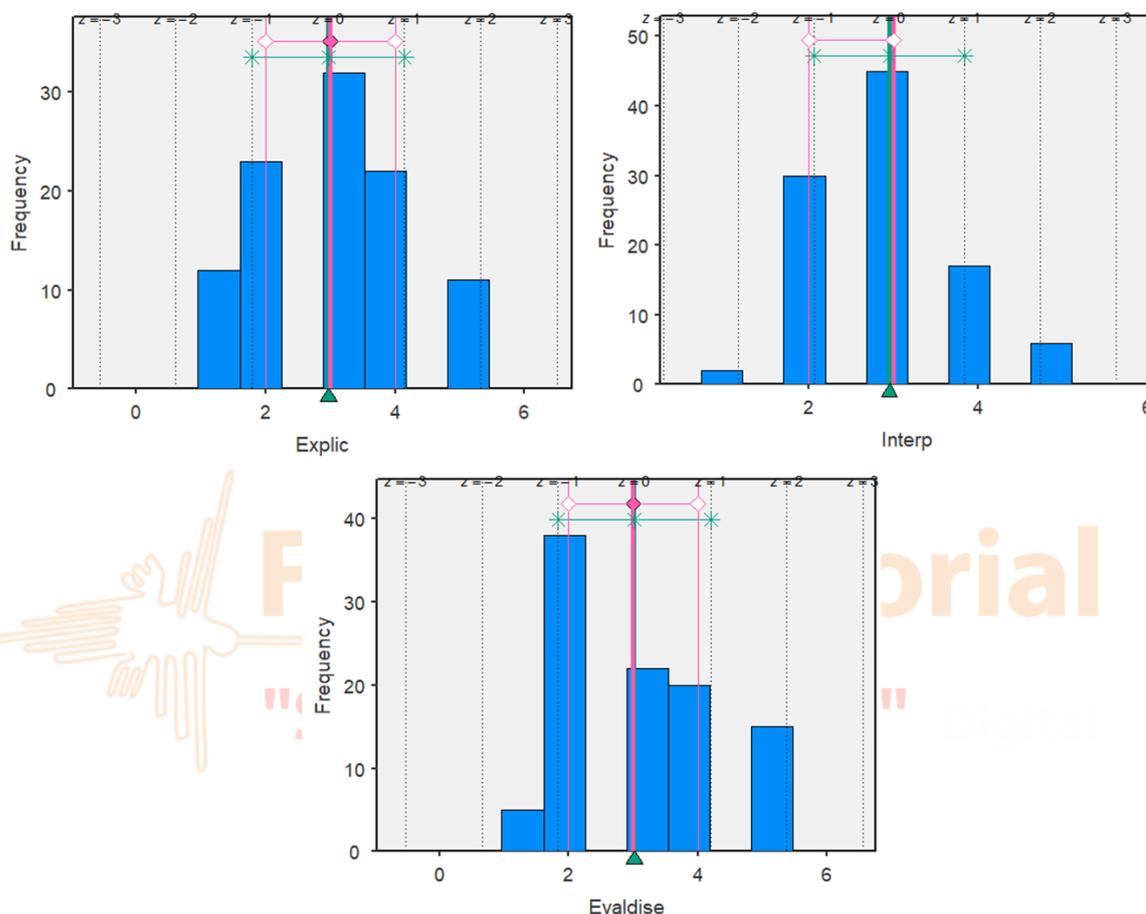
Dimensiones	M	Me	s	Mínimo	Máximo	Percentiles			Perdidos
						P ₂₅	P ₇₅	N	
Explic	2.970	3.000	1.176	1.000	5.000	2.000	4.000	100	0
Interp	2.950	3.000	0.8919	1.000	5.000	2.000	3.000	100	0
Evaldise	3.020	3.000	1.180	1.000	5.000	2.000	4.000	100	0

Nota. Explic = Explicar fenómenos científicamente, Interp = Interpretar datos y pruebas científicamente, Evaldise = Evaluar y diseñar la investigación científica.



Figura 4

Histogramas de frecuencias de los resultados de las dimensiones correspondientes a las habilidades de Alfabetización Científica en estudiantes del quinto año



Nota. Explic = Explicar fenómenos científicos, Interp = Interpretar datos y pruebas científicamente, Evaldise = Evaluar y diseñar la investigación científica.

5.8.2. Análisis de los resultados del uso de las TIC

El uso de las TIC por parte de los estudiantes implica el despliegue de diferentes habilidades de manejo del internet, los teléfonos inteligentes, las PC/Tablets y varios contenidos del mundo virtual como los juegos en línea y redes sociales. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 9, donde la variable presenta una media de 41.59 (DE = 11.92) la cual fue medida bajo una escala bruta de 15 a 60 puntos. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 42 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 18 y la máxima fue de 60. Por otro lado, el 25% de los estudiantes se encuentran por debajo de los 33 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 53 puntos.



En la Figura 5 se presenta los histogramas de frecuencias de las puntuaciones obtenidas en la variable Uso de las TIC en los estudiantes del quinto año. En este gráfico se presentan las medias y sus respectivas desviaciones estándar representadas por el color verde, la mediana y los percentiles 25 y 75 presentadas por las líneas rojas. La configuración de los datos indica la acumulación de puntajes altos por encima de la media.

Tabla 9

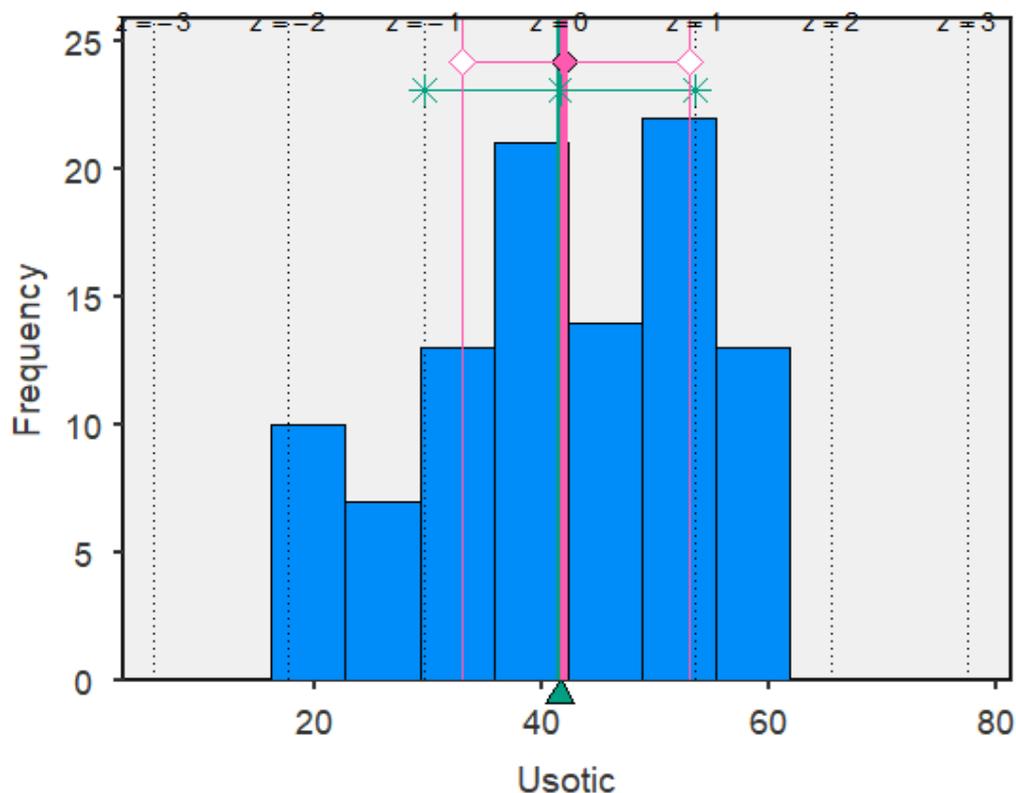
Estadísticos descriptivos del uso de las TIC en el aprendizaje de estudiantes del quinto año

Variable	M	Me	s	Mínimo	Máximo	Percentiles		N	Perdidos
						P ₂₅	P ₇₅		
Uso _{tic}	41.59	42.00	11.92	18.00	60.00	33.00	53.00	100	0

Nota. Uso_{tic} = Uso de las TIC.

Figura 5

Histogramas de frecuencias de los resultados de la variable Uso de las TIC en estudiantes del quinto año



Nota. Uso_{tic} = Uso de las TIC.



5.8.3. Análisis de los resultados de la autoeficacia de las TIC

La autoeficacia del uso de las TIC por parte de los estudiantes comprende la autopercepción de la eficacia propia en el uso o manejo de las TIC en diferentes ámbitos: personal, social, escolar, entre otros. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10, donde la variable presenta una media de 40.78 (DE = 10.47) la cual fue medida bajo una escala bruta de 15 a 60 puntos. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 41 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 18 y la máxima fue de 59. Por otro lado, el 25% de los estudiantes se encuentran por debajo de los 34 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 49 puntos.

En la Figura 6 se presenta los histogramas de frecuencias de las puntuaciones obtenidas en la variable Autoeficacia en el uso de las TIC en los estudiantes del quinto año. En este gráfico se presentan las medias y sus respectivas desviaciones estándar representadas por el color verde, la mediana y los percentiles 25 y 75 presentadas por las líneas rojas. La configuración de los datos indica la acumulación de puntajes altos por encima de la media, sobre todo aquellos que se acercan a puntuaciones muy altas.

Tabla 10

Estadísticos descriptivos de la autoeficacia en el uso de las TIC en estudiantes del quinto año

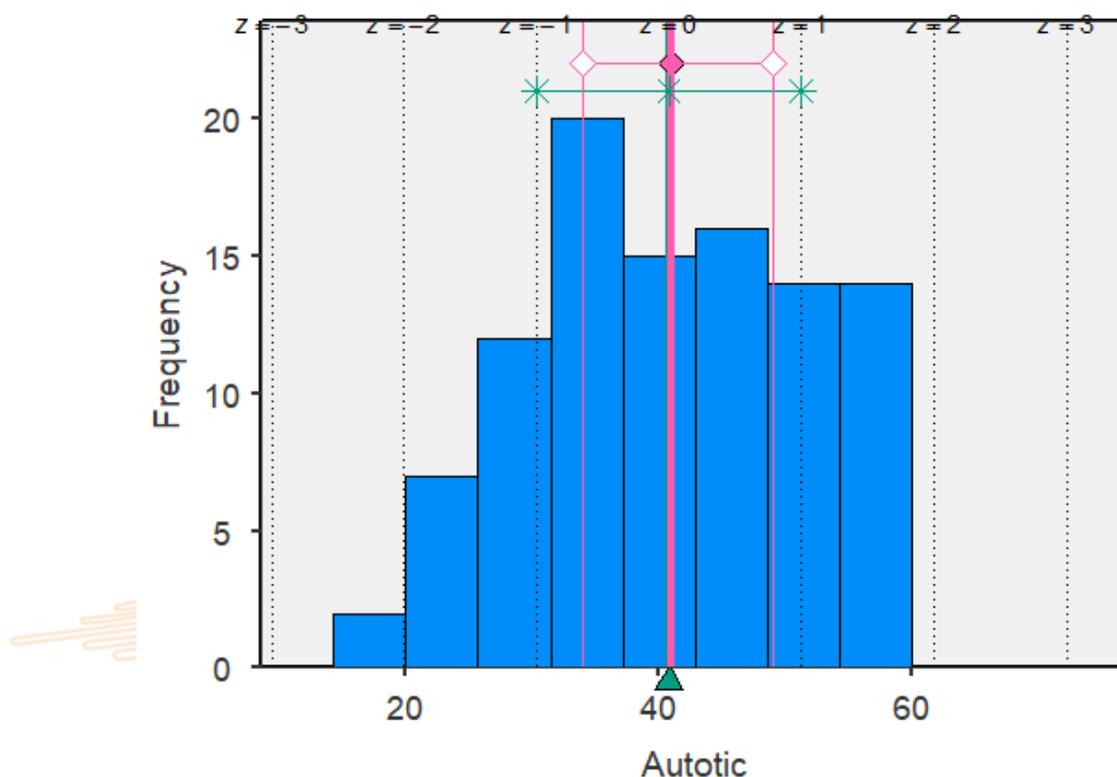
Variable	M	Me	s	Mínimo	Máximo	Percentiles		N	Perdidos
						P ₂₅	P ₇₅		
Autotic	40.78	41.00	10.47	18.00	59.00	34.00	49.00	100	0

Nota. Autotic = Autoeficacia en el uso de las TIC.



Figura 6

Histogramas de frecuencias de los resultados de la variable Autoeficacia del uso de las TIC en estudiantes del quinto año



Nota. Autotic = Autoeficacia en el uso de las TIC.

5.8.4. Análisis de los resultados sobre el disfrute del aprendizaje de la ciencia

El disfrute del aprendizaje de la ciencia en los estudiantes de quinto año se describe como las diferentes actitudes y adhesión hacia el aprendizaje de la ciencia. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 11, donde la variable presenta una media de 21.12 (DE = 7.147) la cual fue medida bajo una escala bruta de 9 a 36 puntos. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 21 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 9 y la máxima fue de 36. Por otro lado, el 25% de los estudiantes se encuentran por debajo de los 15 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 25 puntos.

En la Figura 7 se presenta los histogramas de frecuencias de las puntuaciones obtenidas en la variable Disfrute del aprendizaje de la ciencia en los estudiantes del quinto año. En este gráfico se presentan las medias y sus respectivas desviaciones estándar representadas por el color verde, la mediana y los percentiles 25 y 75 presentadas por las líneas rojas. La configuración de los datos indica la acumulación de puntajes por debajo de la media.



Tabla 11

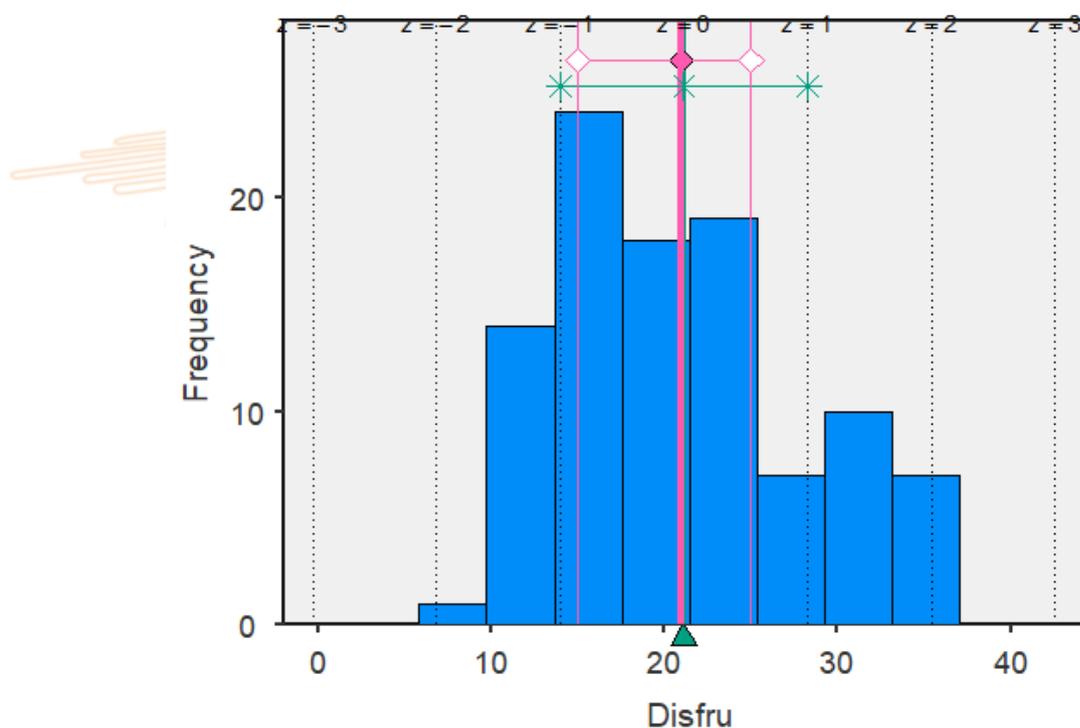
Estadísticos descriptivos del Disfrute del aprendizaje de la ciencia en estudiantes del quinto año

Variable	M	Me	s	Mínimo	Máximo	Percentiles		N	Perdidos
						P ₂₅	P ₇₅		
Disfru	21.12	21.00	7.147	9.000	36.00	15.00	25.00	100	0

Nota. Disfru = Disfrute del aprendizaje de la ciencia.

Figura 7

Histogramas de frecuencias de los resultados de la variable Autoeficacia del uso de las TIC en estudiantes del quinto año



Nota. Disfru = Disfrute en el aprendizaje de la ciencia.

5.8.5. Análisis de los resultados sobre la motivación instrumental de la ciencia

La motivación instrumental de la ciencia por parte de los estudiantes implica sus creencias y actitudes sobre la medida en que la ciencia les es y será útil en la vida real. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 12, donde la variable presenta una media de 19.30 (DE = 6.864) la cual fue medida bajo una escala bruta de 9 a 36 puntos. Asimismo, el cincuenta por ciento de los datos se encuentran por encima de 17.50 puntos y el restante cincuenta por ciento se encuentra por debajo de este valor. La puntuación mínima reportada fue de 9 y la



máxima fue de 36. Por otro lado, el 25% de los estudiantes se encuentran por debajo de los 15 puntos, así como el 75% se encuentra por debajo de 23.25 puntos.

En la Figura 8 se presenta los histogramas de frecuencias de las puntuaciones obtenidas en la variable Disfrute del aprendizaje de la ciencia en los estudiantes del quinto año. En este gráfico se presentan las medias y sus respectivas desviaciones estándar representadas por el color verde, la mediana y los percentiles 25 y 75 presentadas por las líneas rojas. La configuración de una buena cantidad de los datos por debajo de una desviación estándar y poca cantidad por encima de una desviación estándar. Asimismo, se han registrado una cantidad importante de datos por encima de dos desviaciones estándar.

Tabla 12

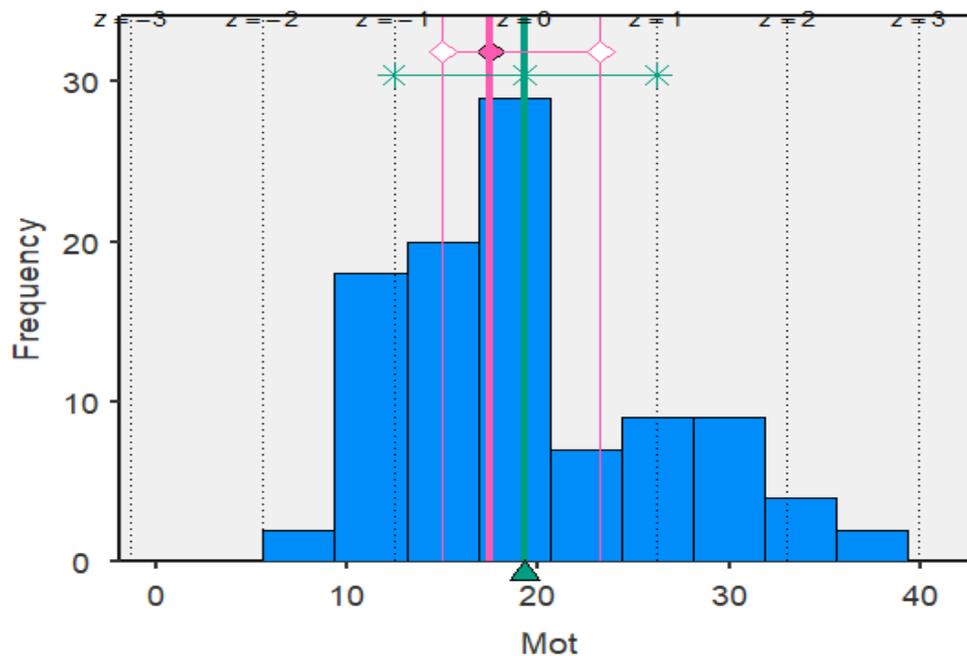
Estadísticos descriptivos del Disfrute del aprendizaje de la ciencia en estudiantes del quinto año

Variable	M	Me	s	Mínimo	Máximo	Percentiles		N	Perdidos
						P25	P75		
Mot	19.30	17.50	6.864	9.000	36.00	15.00	23.25	100	0

Nota. Mot = Motivación instrumental de la ciencia.

Figura 8

Histogramas de frecuencias de los resultados de la variable Autoeficacia del uso de las TIC en estudiantes del quinto año



Nota. Mot = Motivación instrumental de la ciencia.



5.8.6. Análisis de los resultados del nivel socioeconómico

En la Tabla 13 se presenta los resultados sobre el análisis de la evaluación del nivel socioeconómico en los estudiantes de secundaria. La variable nivel socioeconómico se ha organizado en las siguientes variables de segundo orden (dimensiones): posesiones materiales, cantidad de libros en casa, ingresos económicos aproximados de la familia, calidad de vivienda, calidad de la alimentación, nivel educativo de los padres de familia y trabajo de los padres de familia. La acumulación de las puntuaciones de las distintas dimensiones constituye el nivel socioeconómico. Por cuestiones de practicidad, los diferentes aspectos evaluados se estandarizaron en una escala de homogénea (1 – 4 puntos).

En cuanto a las posesiones materiales, el 11% de los estudiantes reportaron un nivel alto, 21% de medio, 29% de nivel bajo y 39% de nivel muy bajo. Estos resultados indican una proporción mayor de estudiantes con pocas posesiones materiales.

Otro indicador considerado como elemento para evaluar el nivel socioeconómico de los estudiantes fue la posesión de libros en casa. El reporte indica que 15% de los estudiantes consideraron poseer muchos libros, 40% indicaron tener regular cantidad de estos materiales, 31% reportaron tener pocos libros y 14% manifestaron poseer una mínima cantidad.

La evaluación del nivel de ingresos económicos por familia fue otro aspecto a considerar en el análisis del nivel socioeconómico de las familias de los estudiantes. El reporte indica que el 9% de los estudiantes afirma que sus familias tienen un ingreso económico alto, 26% un ingreso regular y 65% un nivel de ingresos bajos.

La calidad de vivienda de los estudiantes es otra forma de aportar a la medición de su nivel socioeconómico. Según el reporte realizado, 20% de los estudiantes informa que tienen una buena calidad de vivienda, 27% una calidad regular y 53% una calidad mala de vivienda donde habitan.

También, como parte de la valoración del nivel socioeconómico de los estudiantes se decidió evaluar su calidad de alimentación. El 19% de los estudiantes informó tener una buena alimentación, 29% aseveró que su alimentación era regular y 52% afirmaron que tienen una mala alimentación.

El nivel educativo alcanzado por los padres representa otro indicador del nivel socioeconómico de los estudiantes. Solamente el 1% informaron un nivel bueno, 37% un nivel regular, 57% de nivel bajo y 5% muy bajo.



Una última dimensión estuvo representada por el tipo de trabajo de los padres. En esta dimensión, 5% de los estudiantes informaron que sus padres tenían un buen trabajo, 26% reportaron un trabajo categorizado como regular, 62% consideraron como básico el trabajo de sus padres y el 7% de ellos informaron que el trabajo realizado por sus padres fue muy básico, como al hogar o desempleado.

Finalmente, a nivel general, se reportó que el 22% de los estudiantes consideraron su nivel socioeconómico como alto, 64% consideró como medio su nivel socioeconómico y 14% identificó que su nivel socioeconómico es bajo.

En la Figura 9 se presenta, de manera, gráfica los diferentes niveles relacionados con los aspectos socioeconómicos de los estudiantes. La razón por la que se decidió discretizar esta variable y sus dimensiones se debe a razones descriptivas y que se acoplen con facilidad al modelo analizado más adelante.

Tabla 13

Frecuencias absolutas y porcentuales del nivel socioeconómico de los estudiantes de quinto año

Dimensiones del nivel socioeconómico	Puntaje directo / (%)
n	100
Posemat (%)	
Muy bajo	39 (39.0)
Bajo	29 (29.0)
Medio	21 (21.0)
Alto	11 (11.0)
Libcasa (%)	
Mínimo	14 (14.0)
Poco	31 (31.0)
Regular	40 (40.0)
Mucho	15 (15.0)
Ingresaprox (%)	
Bajo	65 (65.0)
Regular	26 (26.0)
Alto	9 (9.0)
Calviviend (%)	
Malo	53 (53.0)
Regular	27 (27.0)
Bueno	20 (20.0)
Calaliment (2) (%)	
Mala	52 (52.0)
Regular	29 (29.0)
Buena	19 (19.0)



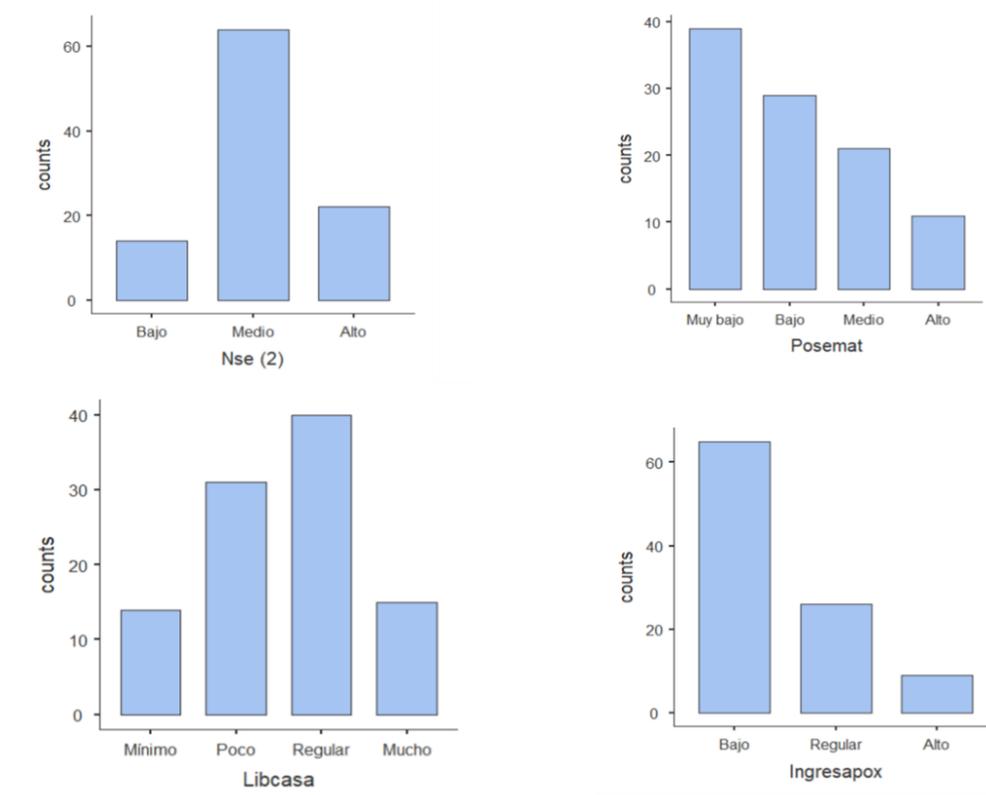
Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

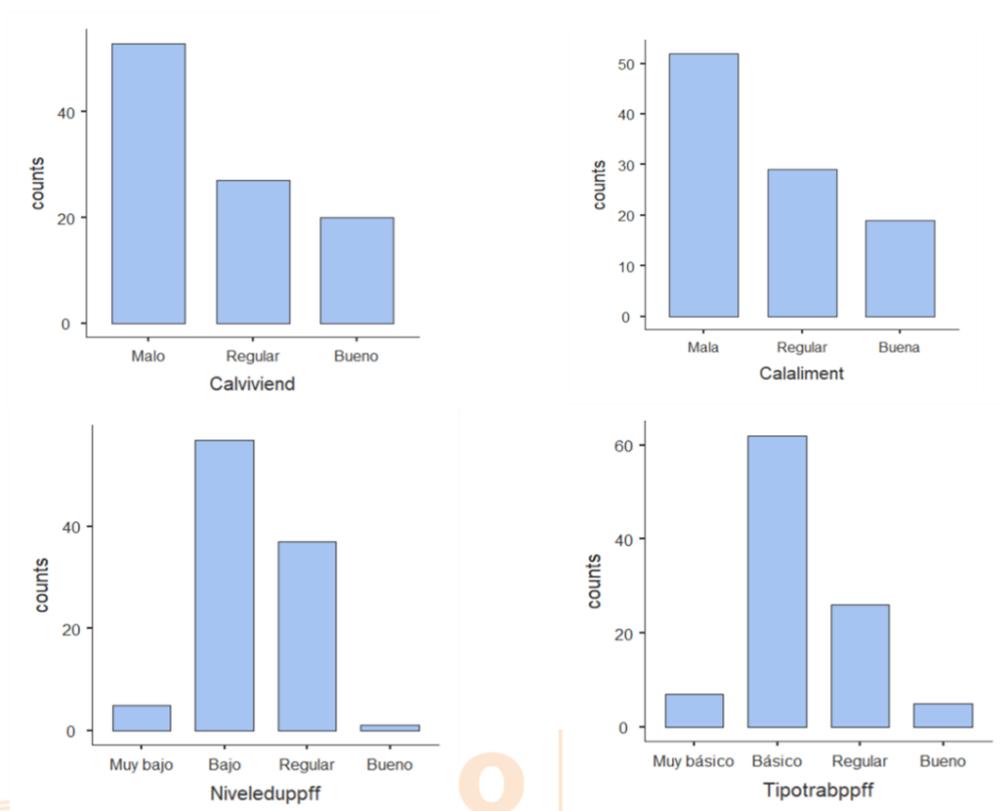
Dimensiones del nivel socioeconómico	Puntaje directo / (%)
Niveledupff (2) (%)	
Muy bajo	5 (5.0)
Bajo	57 (57.0)
Regular	37 (37.0)
Bueno	1 (1.0)
Tipotrabppff (2) (%)	
Muy básico	7 (7.0)
Básico	62 (62.0)
Regular	26 (26.0)
Bueno	5 (5.0)
Nse (2) (%)	
Bajo	14 (14.0)
Medio	64 (64.0)
Alto	22 (22.0)

Nota. Posemat = Posesiones materiales, Libcasa = Cantidad de libros en casa, Ingresaprox = Ingreso económico aproximado de los padres de familia, Calviviend = Calidad de vivienda, Calaliment = Calidad de la alimentación, Niveledupff = Nivel educativo de los padres, Tipotrabppff = Tipo de trabajo de los padres, Nse = Nivel socioeconómico.

Figura 9

Matriz de gráficos de frecuencias del nivel socioeconómico y sus dimensiones en estudiantes del quinto año





Nota. Nota. Posemat = Posesiones materiales, Libcasa = Cantidad de libros en casa, Ingresaprox = Ingreso económico aproximado de los padres de familia, Calviviend = Calidad de vivienda, Calaliment = Calidad de la alimentación, Niveledupff = Nivel educativo de los padres, Tipotrabbpff = Tipo de trabajo de los padres, Nse = Nivel socioeconómico.

5.8.7. Análisis de los resultados acerca del modelo de la alfabetización científica propuesto

El proceso del análisis de los resultados se efectuará en función a dos directrices: análisis del instrumento de medida (modelo de medida): consistencia interna y fiabilidad (fiabilidad compuesta (CR) y alfa de Cronbach); validez convergente mediante la Varianza Extraída Promedio (AVE); y la validez discriminante mediante la ratio HT/MT y el criterio de Fornell y Larcker (Aldás & Uriel, 2017).

Por otro lado, para la evaluación del modelo estructural se ha empleado los R^2 , considerando los valores como débiles (<0.3), moderados ($0.3 - 0.7$) y relevantes (>0.7). Asimismo, se han utilizado también los valores estadísticos t obtenidos mediante *bootstrapping* para establecer la significatividad de las relaciones estructurales.

La validación de los instrumentos de medida (constructos reflexivos) se presenta en la Tabla 14 donde se presentan las cargas (λ), los valores de α de Cronbach y la fiabilidad compuesta (CR) o también denominado omega (ω); asimismo, en la columna final se presenta



la validez convergente (AVE)¹. La Tabla 14 muestra que tanto los valores de α y ω fueron superiores a 0.70 (Churchill, 1979; Fornell & Larcker, 1981) indicativo de que los instrumentos poseen una consistencia interna apropiada. Por otro lado, la Tabla también muestra los valores de AVE (Varianza Extraída Promedio), los cuales deben superiores a 0.50 (Fornell & Larcker, 1981) el cual es la medida de las varianzas de los indicadores que explican el factor que están midiendo, es decir, el AVE representa la media de lo que el factor explica en cada indicador.

Con se habrá podido notar, algunos indicadores fueron suprimidos para que el modelo de medida tenga un buen ajuste. En la Figura 10 se representa gráficamente la presencia de los valores de confiabilidad alfa de Cronbach correspondiente a los instrumentos, así como de las cargas factoriales (λ), los cuales fueron superiores a 0.70, el cual es el límite para aceptarlos.



¹ La validez convergente se da cuando diferentes medidas o indicadores de un mismo factor se hallan correlacionadas de manera intensa entre sí, convergiendo o compartiendo una proporción elevada de la varianza.



Tabla 14

Modelo de medida – fiabilidad y validez convergente

	AC	Auto	Disf	Nse	Mot	Uso	CR	α de Cronbach	AVE
Alfabetización científica (Constructo formativo)									
Evaldise	0.852								
Explic	0.856								
Interp	0.721								
Autoeficacia en el uso de las TIC							0.923	0.923	0.571
Auto6		0.744							
Auto7		0.720							
Auto8		0.722							
Auto10		0.724							
Auto11		0.786							
Auto12		0.716							
Auto13		0.789							
Auto14		0.733							
Auto15		0.854							
Disfrute en el aprendizaje de la ciencia							0.948	0.948	0.670
Disf1			0.846						
Disf2			0.828						
Disf3			0.829						
Disf4			0.757						
Disf5			0.841						
Disf6			0.859						
Disf7			0.751						
Disf8			0.845						
Disf9			0.802						



Factores que explican la alfabetización científica analizados mediante
Modelamiento por Ecuaciones Estructurales

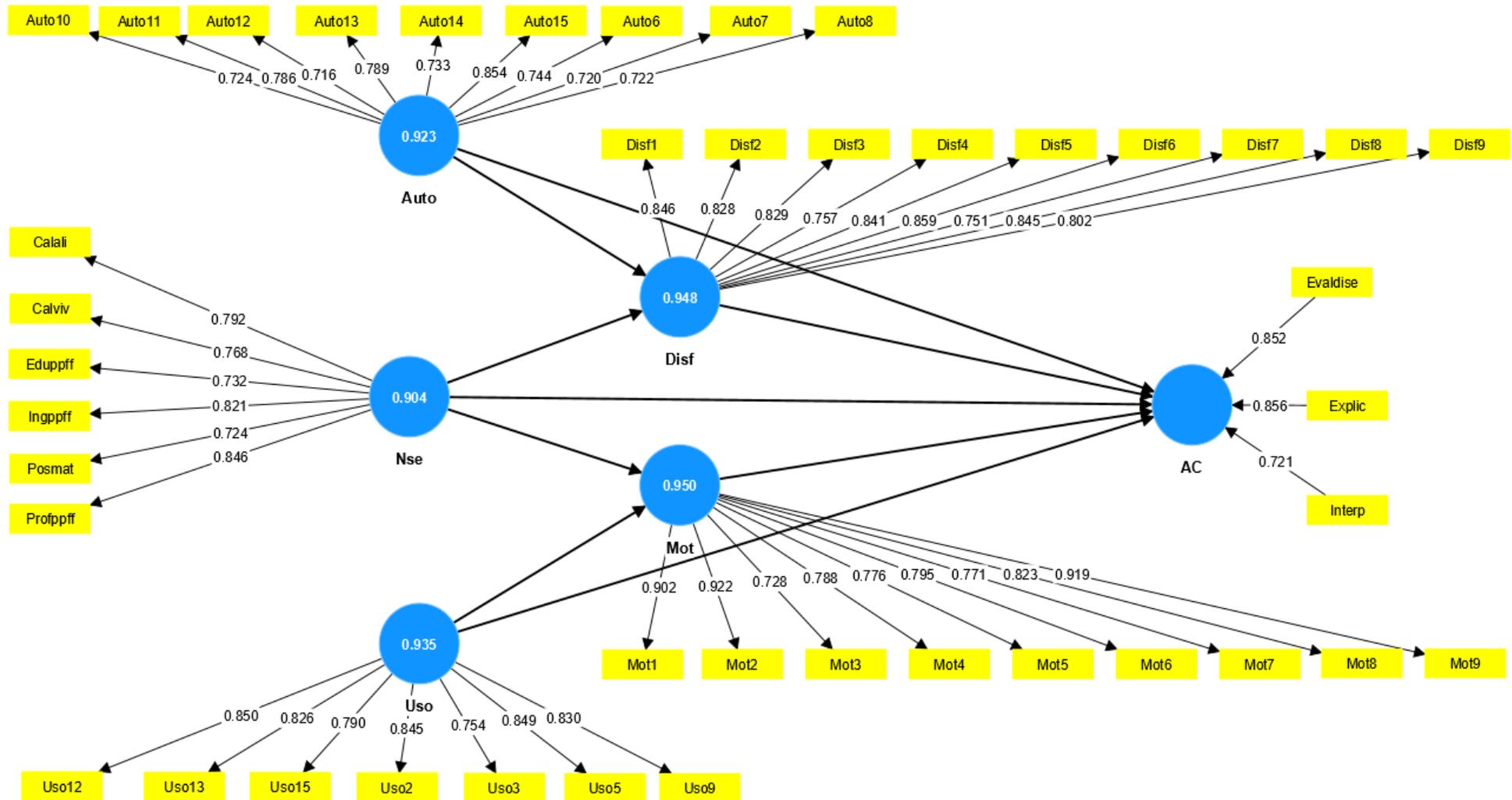
	AC	Auto	Disf	Nse	Mot	Uso	CR	α de Cronbach	AVE
Nivel socioeconómico							0.904	0.904	0.611
Calali				0.792					
Calviv				0.768					
Edupppf				0.732					
Ingppff				0.821					
Posmat				0.724					
Profppff				0.846					
Motivación instrumental de la ciencia							0.951	0.950	0.685
Mot1					0.902				
Mot2					0.922				
Mot3					0.728				
Mot4					0.788				
Mot5					0.776				
Mot6					0.795				
Mot7					0.771				
Mot8					0.823				
Mot9					0.919				
Uso de las TIC							0.935	0.935	0.674
Uso2						0.845			
Uso3						0.754			
Uso5						0.849			
Uso9						0.830			
Uso12						0.850			
Uso13						0.826			
Uso15						0.790			

Nota. AC: Alfabetización Científica (constructo formativo); Auto: Autoeficacia en el uso de las TIC; Disf: Disfrute en el aprendizaje de la ciencia; Nse: Nivel socioeconómico; Mot: Motivación instrumental; Uso: Uso de las TIC; CR: Fiabilidad compuesta; AVE: Varianza media extraída.



Figura 10

Modelo de medida de las variables estudiadas en el modelo teórico propuesto



Nota. Las variables latentes contienen el valor de alfa de Cronbach. Las flechas indican las cargas externas. AC es un constructo formativo.



En la Tabla 16 se presentan los resultados de la validez discriminante². Se ha decidido emplear dos procedimientos para evaluar la validez discriminante: el criterio de Fornell y Larcker (1981) y la ratio HTMT.

Fornell y Larcker (1981) indican que no hay problema de validez discriminante cuando los AVE de los factores sean mayores al cuadrado de la correlación entre esos factores:

$$AVE_i > \sigma_{ij}^2$$

$$AVE_j > \sigma_{ij}^2$$

Como se muestra en la Tabla 16, los AVEs son superiores los cuadrados de las correlaciones al cuadrado. Por lo tanto, este indicador revela la presencia de validez discriminante.

El criterio de Fornell y Larcker (1981) genera una matriz que recoge dos tipos de correlaciones (Henseler et al., 2015), que:

- Correlaciones de los indicadores de un mismo factor: *monotrait-heteromethod correlations*, el cual se representa por MT.
- Correlaciones entre los ítems de un factor con los de otro, el cual se denomina *heterotrait-heteromethod*, el cual se representa por HT.

A la combinación de estas dos correlaciones se le denomina ratio HT/MH, por lo tanto, si la media de las correlaciones entre los indicadores de ambos constructos es sumamente grande ($HTMT > 1$) es indicativo de que hay problema de validez discriminante.

De acuerdo con el criterio de Gold et al. (2001) plantean que el ratio no debe ser superior a 0.90 para evitar problemas de validez discriminante.

Analizando la Tabla 16, los valores reportados de las ratios HTMT son relativamente interiores a 0.90, lo cual es indicativo de que se presenta validez discriminante entre los constructos considerados en el modelo.

² Se parte de la idea de que dos variables latentes pueden estar correlacionadas entre sí, sin embargo, surge un problema cuando esta correlación supera un determinado umbral. Si hay una correlación extrema entre los indicadores de una escala y otra, ha habría la posibilidad de separar el contenido distinto de los dos factores. Ante esta situación, los factores pueden estar correlacionados, pero no en extremo, por lo que podrían en duda la capacidad discriminante de las escalas empleadas para medirlos.



Tabla 15

Validez discriminante

Constructo	Auto	Disf	Mot	Nse	Uso
Criterio de Fornell y Larcker (1981)					
Autoeficacia en el uso de las TIC	0.755				
Disfrute del aprendizaje de la ciencia	-0.820	0.818			
Motivación instrumental de la ciencia	-0.822	0.885	0.828		
Nivel socioeconómico	-0.810	0.819	0.894	0.782	
Uso de las TIC	0.766	-0.892	-0.834	-0.706	0.821
Criterio de la ratio HTMT (<i>Heterotrait-monotrait ratio</i>)					
Autoeficacia en el uso de las TIC					
Disfrute del aprendizaje de la ciencia	0.817				
Motivación instrumental de la ciencia	0.826	0.887			
Nivel socioeconómico	0.801	0.815	0.894		
Uso de las TIC	0.764	0.892	0.834	0.703	

Nota. Auto: Autoeficacia en el uso de las TIC; Disf: Disfrute en el aprendizaje de la ciencia; Nse: Nivel socioeconómico; Mot: Motivación instrumental; Uso: Uso de las TIC.



La Tabla 17 presenta los resultados de la estimación del modelo estructural mediante el enfoque de PLS-SEM que evalúa el valor de las R^2 de las variables latentes dependientes y la significatividad de las relaciones estructurales (contraste de las hipótesis del modelo). El valor de R^2 que se encuentra por encima de 0.67 indicaría una parte relevante o substancial de las variables latentes están siendo explicadas por la red conceptual del modelo propuesto, mientras que un valor de 0.33 indicaría una explicación moderada y un valor de 0.19 o menores indicaría una explicación débil (Chin, 1998). Otros criterios postulados para evaluar los R^2 indican que estos puntos de corte son de 0.75, 0.50 y 0.25, respectivamente (J. F. Hair et al., 2011; Henseler et al., 2009).

Con estas precisiones, la hipótesis referida a la relación de influencia del disfrute del aprendizaje de la ciencia en la alfabetización científica es explicada por una $R^2 = 0.673$; por otro lado, la motivación instrumental presente un valor de 0.800, mientras que la alfabetización científica presente un valor de 0.867.

Finalmente, las diferentes hipótesis presentadas para el estudio, en algunos casos, soportaron la prueba por *bootstrapping* mientras que otros no. En referencia a la autoeficacia del uso de las TIC y la AC no evidencian una relación de influencia en el modelo ($p = 0.946$). El disfrute por el aprendizaje de la ciencia influye positivamente en la AC ($p = 0.000$). El nivel socioeconómico no evidenció influencia en la AC ($p = 0.357$). La motivación instrumental de la ciencia no influye en la AC ($p = 0.113$). Asimismo, el uso de las TIC tiene una influencia negativa en el nivel de AC ($p = 0.000$)

En los resultados obtenidos también se puede advertir una influencia negativa de la autoeficacia del uso de las TIC en el disfrute de la ciencia ($p = 0.000$). El nivel socioeconómico influyó positivamente en el disfrute de la ciencia ($p = 0.000$), asimismo, esta variable también influyó positivamente en la motivación instrumental de la ciencia (0.000). Por último, se advirtió la influencia del uso de las TIC con la motivación instrumental de la ciencia ($p = 0.000$).

En la Figura 10 se presenta de manera gráfica los coeficientes Path asociados con sus valores p.



Tabla 16

Estimación del modelo estructural

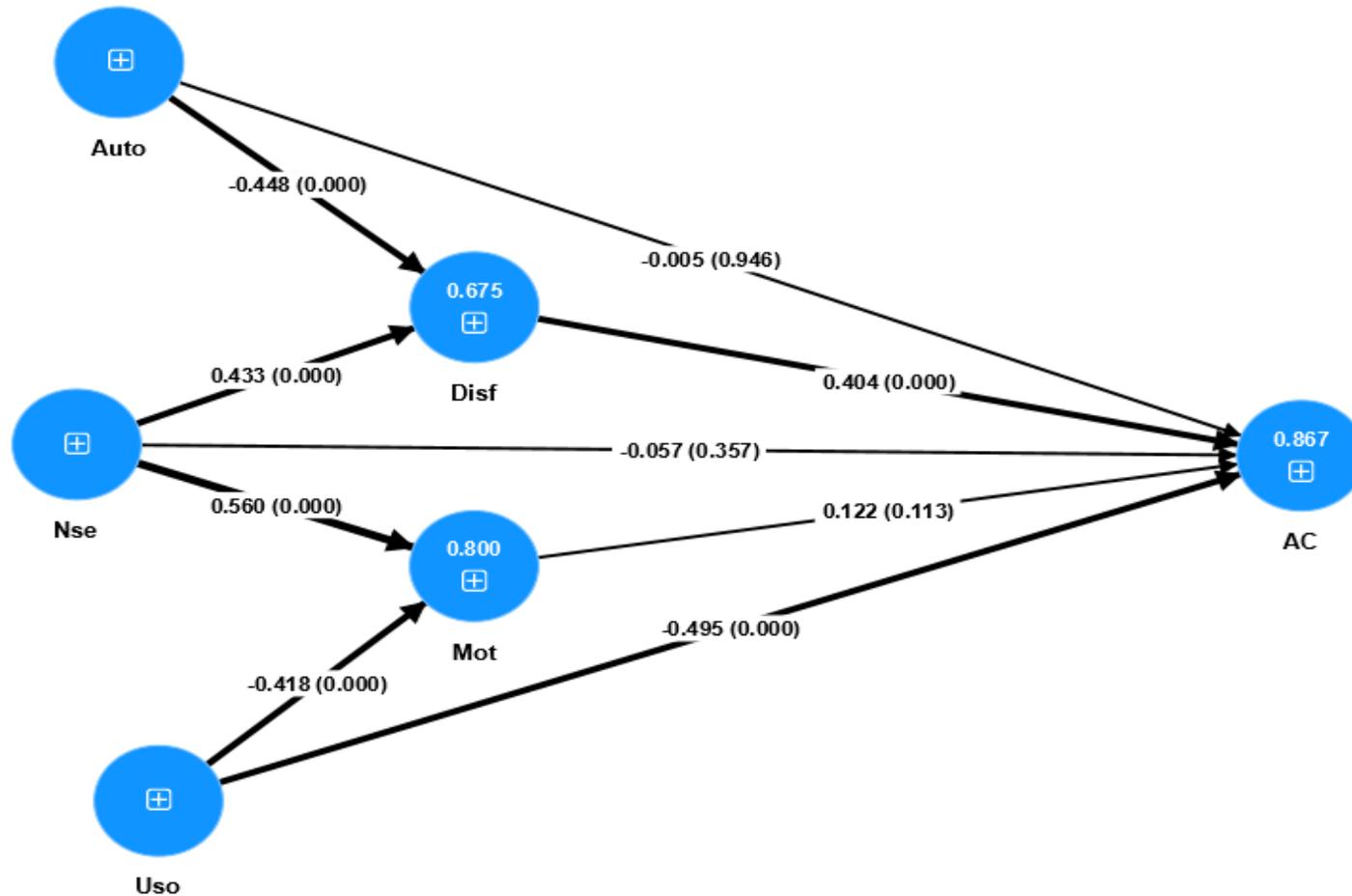
$R^2_{Disf} = 0.675$; $R^2_{Mot} = 0.800$; $R^2_{AC} = 0.867$					
Hipótesis	“Coeficientes Path”	“p-valor (bootstrap)”	“Valores t (bootstrap)”	Intervalos de confianza	Soportada
H1: Autoeficacia del uso de las TIC → Alfabetización científica	-0.005	0.946	0.067	[-0.136; 0.139]	No
H2: Disfrute del aprendizaje de la ciencia → Alfabetización científica	0.404	0.000**	3.867	[0.200; 0.608]	Sí
H3: Nivel socioeconómico → Alfabetización científica	-0.057	0.357	0.291	[-0.175; 0.068]	No
H4: Motivación instrumental de la ciencia → Alfabetización científica	0.122	0.113	1.586	[-0.032; 0.274]	No
H5: Uso de las TIC → Alfabetización científica	-0.495	0.000**	4.471	[-0.703; -0.272]	Sí
H6: Autoeficacia del uso de las TIC → Disfrute del aprendizaje de la ciencia	-0.448	0.000**	5.398	[-0.619; -0.285]	Sí
H7: Nivel Socioeconómico → Disfrute del aprendizaje de la ciencia	0.433	0.000**	4.911	[0.258; 0.599]	Sí
H8: Nivel socioeconómico → Motivación instrumental de la ciencia	0.560	0.000**	8.513	[0.427; 0.687]	Sí
H9: Uso de las TIC → Motivación instrumental de la ciencia	-0.418	0.000**	6.106	[-0.549; -0.276]	Sí

Nota. **p < 0.01; *p < 0.05.



Figura 11

Modelo estructural (caminos destacados)



Nota. AC: Alfabetización Científica (constructo formativo); Auto: Autoeficacia en el uso de las TIC; Disf: Disfrute en el aprendizaje de la ciencia; Nse: Nivel socioeconómico; Mot: Motivación instrumental; Uso: Uso de las TIC. El gráfico presenta los coeficientes Path y los p – valor en los paréntesis, asimismo se contempla dentro de los círculos el valor de R².



Discusión de resultados

El modelo planteado explica relativamente los efectos de algunas variables predictoras en las habilidades de alfabetización científica, lo cual confirma algunos antecedentes, mientras que con otros resultados no se llega a armonizar.

Entre la autoeficacia del uso de las TIC y la alfabetización científica no presentaron relación, es decir, la autopercepción del grado de dominio de las TIC no tiene relación con las habilidades de alfabetización científica, pero sí se evidenció una relación negativa sobre el disfrute del aprendizaje de la ciencia. De acuerdo con Arpacı et al. (2021) las actitudes hacia las TIC predice positivamente las puntuaciones en ciencias en estudiantes latinoamericanos, pero no en estudiantes europeos. A diferencia de los resultados de esta tesis que no halló relación, esta investigación proporciona algún indicio que explica la presencia de ciertos niveles de AC explicada por la autoeficacia de las TIC.

Por su parte Courtney et al. (2022) reveló que una mayor actitud de los estudiantes hacia la confianza, la creencia en la utilidad y el uso autónomo de las TIC se asoció con un mayor rendimiento en matemáticas y ciencias. Estos resultados no apoyan el modelo planteado, pero sí dan luces sobre la diferencia entre usar las TIC y tener autoeficacia en su uso. Al parecer, la autoeficacia sí influye en las AC, pero consideremos el contexto sociocultural del estudiantado. Complementando esta idea, los resultados de Guo et al. (2022) sobre la influencia de la percepción emocional de las TIC en estudiantes chinos de secundaria, sobre el rendimiento en AC, señalaron una relación positiva en su modelo estructura; mientras que en el caso de estudiantes de últimos grados de primaria, también se halló relaciones positivas (Skryabin et al., 2015).

El análisis sobre el uso de las TIC y su influencia en el rendimiento en AC tiene adeptos como detractores. Así, Courtney et al. (2022) reveló que un incremento en la disponibilidad y el uso de las TIC tanto dentro como fuera de la escuela tenía una asociación negativa. En esta misma línea, Sun et al. (2022) demuestran que el uso de las TIC en la escuela tiene un efecto negativo sobre el S-HOTS (Pensamiento científico de orden superior), especialmente el tiempo de uso de las TIC en la escuela. También descubrieron que el uso de una pizarra interactiva afecta positiva y significativamente al S-HOTS. Estos resultados concuerdan con los datos hallados en la tesis sobre la relación negativa entre el uso de las TIC y la AC, por lo que un mayor uso de las TIC dentro y fuera de las aulas tiene implicancias negativas en el rendimiento en AC, sin embargo no podemos ser drásticos con esta aseveración, pues es importante valorar el uso de las TIC en presencia o ausencia de la intervención pedagógica del docente. Al respecto, el estudio de Dong y Kula (2022) apoyan esta idea, pues hallaron que cuando no se diferencia la ubicación del uso del dispositivo, un mayor uso puede ayudar a los estudiantes a mejorar sus resultados en ciencias, asimismo, cuando se considera el uso escolar y



extraescolar por separado, se descubrió que los resultados positivos anteriores están impulsados por el uso de dispositivos digitales fuera de la escuela y que hay resultados más negativos de un mayor uso de dispositivos en la escuela.

El estudio de Erdogan y Erdogan (2015) aporta resultados que contradicen en algunos aspectos lo anteriormente mencionado, ya que indican: la disponibilidad de conexión a Internet en casa o en la escuela y la posesión de una habitación propia en casa tienen efectos positivos en el éxito académico; la conexión a Internet en las escuelas puede no utilizarse para actividades relacionadas con la escuela y, por lo tanto, distrae la atención del estudiante de las tareas escolares. Estos resultados apoyan la idea de que el uso de las TIC favorece el rendimiento en AC, pero es importante también considerar el hecho que debe haber mayor control en el uso por parte de los padres y las escuelas.

El disfrute del aprendizaje de la ciencia tiene una relación positiva en el rendimiento en AC, según los resultados reportados en el modelo estructural. Esta afirmación es respaldada por los datos de You et al (2021) quienes revelaron relaciones claramente significativas y positivas de las variables a nivel de estudiante de grado, disfrute, motivación y estatus económico/social/cultural (ESCS) con el rendimiento en AC, después de controlar los factores escolares. En esta misma línea Lu et al. (2022) hallaron lo siguiente: el interés científico fue el factor predictivo más importante del disfrute del aprendizaje de las ciencias, mientras que la autocomprensión científica fue el factor predictivo más importante de la autoeficacia científica; y los efectos del interés científico sobre la autocomprensión y el efecto del disfrute del aprendizaje de las ciencias sobre la autoeficacia científica fueron moderados significativamente por la edad de los encuestados, observándose relaciones más fuertes en los ciudadanos más jóvenes que en los de más edad.

Para Gil-Madrona et al. (2019) y Grabau y Ma (2017) el disfrute del aprendizaje de la ciencia tiene relaciones positivas con el rendimiento en AC, resultados que concuerda con los datos obtenidos en la presente tesis, ya que en el modelo estructural se hallan relaciones positivas entre el disfrute del aprendizaje de la ciencia y la AC.

Prosiguiendo con el análisis, se consideró dentro del modelo al nivel socioeconómico como variable predictiva en la AC como en el disfrute del aprendizaje de la ciencia y la motivación instrumental de la ciencia. Los resultados obtenidos en esta tesis indican una ausencia de relación entre el nivel socioeconómico y el rendimiento en AC según el modelo propuesto. Tengamos en cuenta que en este análisis que el nivel socioeconómico los contextos son importantes ya que, por ejemplo, un nivel socioeconómico medio en Huancavelica podría significar un nivel distinto en otras latitudes. Al respecto, el estudio de You et al. (2021) identificó que a nivel de centro, los resultados



del modelo completo sugieren que el ESCS (nivel socioeconómico), el clima y el tipo de centro son predictores significativos del rendimiento en AC de todos los estudiantes.

Bazán-Ramírez et al. (2022) también hallaron relaciones estadísticamente significativas entre el nivel socioeconómico y el rendimiento en AC. Los resultados mostraron que el género, el ESCS (nivel socioeconómico) de los estudiantes y el MESCS (nivel socioeconómico de la IE) fueron predictores significativos y positivos del rendimiento académico. Estos datos proceden de un estudio con estudiantes peruanos con los resultados de la evaluación PISA del año 2015. Los datos de Gil-Madróna (2019) también confirman la relación entre los niveles socioeconómico y el rendimiento en AC.

Los antecedentes analizados que establecen la relación entre el nivel socioeconómico y el rendimiento en AC revelan relaciones positivas importantes, pero no se encontraron relaciones positivas con respecto al disfrute del aprendizaje de la ciencia y la motivación instrumental de la ciencia con esta variable. Sin embargo, en los datos proporcionados por la presente tesis, se confirma una relación positiva entre el nivel socioeconómico y el disfrute del aprendizaje de la ciencia y la motivación instrumental.

Asimismo, se ha efectuado también el análisis de la motivación instrumental de la ciencia y su impacto sobre el rendimiento en AC, así como ésta es influenciada por el uso de las TIC. En los datos recabados se ha encontrado que no hay influencia de la motivación instrumental sobre el rendimiento en AC, esto podría ser explicado por el hecho de que no se tenga una comprensión plena sobre el significado de la ciencia en la vida cotidiana; asimismo se ha revelado también que el uso de las TIC tiene un impacto positivo en la motivación instrumental.

Liou y Jessie (2018) y Grabau y Ma (2017) hallaron que las prácticas docentes orientadas al profesor moderan positivamente la relación entre el autoconcepto de los alumnos y el rendimiento, pero moderan negativamente la relación entre el interés intrínseco y el rendimiento. Por otro lado, las prácticas docentes orientadas al alumno muestran el patrón opuesto de moderar las relaciones entre las creencias motivacionales y el rendimiento, aunque no son estadísticamente significativas. Este resultado armoniza con los datos obtenidos en la presente tesis, donde la motivación instrumental ni presenta relación con la AC. Por su parte Akdogdu-Yildiz (2022) no llegaron a evidenciar la relación entre las variables estudiadas.

Proceso de prueba de hipótesis

El proceso de la prueba de hipótesis contenida en la Tabla 17 sobre la estimación del modelo estructural, el procedimiento aplicado para valorar la significatividad de las relaciones entre las



variables predictoras y la variable predicha. Al efectuar los cálculos de los coeficientes, se procedió posteriormente realizar los *bootstrap* para los valores t y los valores p .

Hecho el procedimiento de *bootstrapping* los coeficientes path se valoran en función a que los valores obtenidos fueron estadísticamente significativos o no, según sean mayores o no al nivel de significación de $\alpha = 0.05$ (Aldás & Uriel, 2017).

De conformidad con la Tabla 17, las siguientes hipótesis fueron sometidas a prueba para identificar su nivel de influencia:

- H1: Autoeficacia del uso de las TIC → Alfabetización científica
- H2: Disfrute del aprendizaje de la ciencia → Alfabetización científica
- H3: Nivel socioeconómico → Alfabetización científica
- H4: Motivación instrumental de la ciencia → Alfabetización científica
- H5: Uso de las TIC → Alfabetización científica
- H6: Autoeficacia del uso de las TIC → Disfrute del aprendizaje de la ciencia
- H7: Nivel Socioeconómico → Disfrute del aprendizaje de la ciencia
- H8: Nivel socioeconómico → Motivación instrumental de la ciencia
- H9: Uso de las TIC → Motivación instrumental de la ciencia

Solamente tres hipótesis no fueron corroboradas, de conformidad con la teoría postulada para su formulación: H1: Autoeficacia del uso de las TIC → Alfabetización científica; H3: Nivel socioeconómico → Alfabetización científica; y H4: Motivación instrumental de la ciencia → Alfabetización científica. La explicación de estas no-relaciones cobran mayor sentido en cuanto a su incorporación al modelo.



Conclusiones

- a) El modelo inicial propuesto para ser sometido a prueba mediante el procedimiento PLS-SEM ha considerado como variable explicada a las habilidades de alfabetización científica (AC) y como variables predictivas: la autoeficacia de las TIC, disfrute del aprendizaje de la ciencia, nivel socioeconómico, motivación instrumental de la ciencia y el uso de las TIC en el aprendizaje. El análisis estructural ha revelado la influencia positiva del disfrute del aprendizaje de la ciencia ($p = 0.000$) y una influencia negativa del uso de las TIC ($p = 0.000$) en el aprendizaje sobre la alfabetización científica. Por otro lado, se han podido hallar influencias de la autoeficacia sobre el disfrute; el nivel socioeconómico sobre el disfrute y la motivación instrumental de la ciencia; y el uso de las TIC sobre la motivación instrumental.
- b) El nivel de alfabetización científica en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de Huancavelica en el año 2023 alcanza en promedio una puntuación de 8.940 (DE = 2.658) medida en una escala de 0-15. Dicha puntuación ubica a los estudiantes en un nivel regular. La AC se determina mediante sus tres dimensiones: explicación de fenómenos científicamente, interpretación de datos y prueba, y evaluación y diseño de la investigación científica, las cuales corresponden a la taxonomía de PISA. Las puntuaciones obtenidas se encuentran alrededor de los tres puntos los cuales fueron medidos bajo una escala de 0-5 puntos.
- c) El uso de las TIC en el aprendizaje en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de Huancavelica en el año 2023 se ha analizado en función a tres aspectos: uso de las TIC fuera del colegio, en el colegio y las actitudes hacia las TIC. Considerando el objetivo central de la investigación el cual es examinar el modelo teórico propuesto, se ha efectuado el análisis global de la misma. Los estudiantes lograron obtener una media de 41.59 (DE = 11.92), la cual fue medida bajo una escala de 15-60. Este resultado indica que los estudiantes tienen un uso elevado de las TIC en los diferentes ámbitos considerados en el instrumento de recogida de datos.
- d) La autoeficacia de las TIC en estudiantes del quinto año de algunas instituciones educativas del nivel secundario del distrito de Huancavelica en el año 2023 se ha realizado en tres dimensiones: uso de internet, uso de smartphone/Tablet y uso de la PC. Al respecto, la autoeficacia del uso de las TIC implica la autopercepción de los estudiantes sobre el grado de dominio del uso de estos recursos. El análisis estadístico arrojó que los estudiantes tienen una media de 40.78 (DE = 10.47), indicativo de que se adjudican un dominio importante de estos dispositivos.
- e) El disfrute del aprendizaje de la ciencia en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de Huancavelica en el año 2023 fue una variable unidimensional la cual alcanzó una media de 21.12 (DE = 7.147), la cual fue medida en una escala de 9-36; indicativo de que la percepción sobre el disfrute de la ciencia en los estudiantes se halla en términos moderados.



- f) La motivación instrumental de la ciencia en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de Huancavelica en el año 2023 indica el grado de importancia que le dan a la ciencia en su vida cotidiana, así como una posibilidad laboral. El análisis estadístico indica que los estudiantes alcanzaron una media de 19.30 (DE = 6.864), la cual fue medida bajo una escala de 9-36. Este resultado señala que los estudiantes presentan una motivación instrumental relativa, ya que una buena proporción de éstos se encuentran por debajo de una DE.
- g) El nivel socioeconómico en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de Huancavelica en el año 2023 se ha determinado mediante la valoración de los siguientes aspectos: posesiones materiales, libros en casa, ingresos económicos de los padres, calidad de vivienda, calidad de la alimentación, educación y profesión de los padres. En general, el nivel socioeconómico fue valorado considerando tres categorías: bueno, medio y alto. Los resultados correspondientes a esta variable indican que 14% de los estudiantes consideran su nivel socioeconómico como bajo, 64% considera un nivel medio y 22% considera un nivel alto.
- h) El modelo teórico que explica las puntuaciones de alfabetización científica en estudiantes de quinto año de secundaria mediante el uso de las TIC en el aprendizaje, la autoeficacia de las TIC, disfrute del aprendizaje de la ciencia, motivación instrumental de la ciencia y nivel socioeconómico, se sustentan en un modelo de medida (externo) y un modelo estructural (interno). El modelo de medida de las variables latentes se basó en los siguientes constructos reflectivos que contaron con una adecuada confiabilidad y validez convergente: autoeficacia del uso de las TIC ($\alpha = 0.923$, CR = 0.923, AVE = 0.571); disfrute del aprendizaje de la ciencia ($\alpha = 0.948$, CR = 0.948, AVE = 0.670); nivel socioeconómico ($\alpha = 0.904$, CR = 0.904, AVE = 0.611); motivación instrumental de la ciencia ($\alpha = 0.950$, CR = 0.951, AVE = 0.685); uso de las TIC ($\alpha = 0.935$, CR = 0.935, AVE = 0.674). La validez discriminante, evaluada por los criterios de Fornell y Larcker (1981) y la ratio THMT indicaron valores adecuados, luego de eliminar algunos ítems en los diferentes instrumentos. Mediante el uso de PLS-SEM se ha estimado el modelo estructural (interno) donde se ha rechazado la hipótesis de la autoeficacia del uso de las TIC \rightarrow AC (H1), nivel socioeconómico \rightarrow AC (H3) y motivación instrumental \rightarrow AC (H4). También este método ha permitido sostener, mediante el procedimiento de *bootstrapping*, la hipótesis del disfrute del aprendizaje de la ciencia \rightarrow AC (H2), uso de las TIC \rightarrow AC (H5), autoeficacia de las TIC \rightarrow disfrute del aprendizaje de la ciencia (H6) nivel socioeconómico \rightarrow disfrute del aprendizaje de la ciencia (H7), nivel socioeconómico \rightarrow motivación instrumental (H8), y uso de las TIC \rightarrow motivación instrumental de la ciencia (H9).



Referencias

- Aditomo, A., & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504-525. Scopus. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1716093>
- Aguaded, I., Civilá, S., & Vizcaíno-Verdú, A. (2022). Paradigm changes and new challenges for media education: Review and science mapping (2000-2021). *Profesional de la Información*, 31(6). Scopus. <https://doi.org/10.3145/epi.2022.nov.06>
- Aguirre, M., & Llaque, P. (2005). *Redacción Académica. Fundamentos y Estrategias*. UPC.
- Ahmed, W., & Mudrey, R. R. (2019). The role of motivational factors in predicting STEM career aspirations. *International Journal of School and Educational Psychology*, 7(3), 201-214. Scopus. <https://doi.org/10.1080/21683603.2017.1401499>
- Aiken, L. (2003). *Tests psicológicos y evaluación* (11va. Ed.). Pearson Educación.
- Akdogdu-Yildiz, E., Demir, M. C., & Gelbal, S. (2022). Investigating Factors Affecting Scientific Literacy with Structural Equation Modeling and Multilevel Structural Equation Modeling: Case of PISA 2015. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 51(2), 795-824. <https://doi.org/10.14812/cufej.933101>
- Aldás, J., & Uriel, E. (2017). *Análisis multivariante aplicado con R* (2da. Ed.). Alfacentaru.
- Allison, E., & Goldston, M. J. (2018). Modern Scientific Literacy: A Case Study of Multiliteracies and Scientific Practices in a Fifth Grade Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 27(3), 270-283. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9723-z>
- Al-Rsa'i, M. S. (2013). Promoting scientific literacy by using ICT in science teaching. *International Education Studies*, 6(9), 175-186. Scopus. <https://doi.org/10.5539/ies.v6n9p175>
- American Psychological Association. (2009). *APA. Diccionario conciso de Psicología*. El Manual Moderno.
- Anastasi, A., & Urbina, S. (1998). *Tests psicológicos* (7ma Ed.). Prentice Hall.
- Areepattamannil, S., & Santos, I. M. (2019). Adolescent students' perceived information and communication technology (ICT) competence and autonomy: Examining links to dispositions toward science in 42 countries. *Computers in Human Behavior*, 98, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.04.005>
- Arpacı, S., Mercan, F. Ç., & Arıkan, S. (2021). The differential relationships between PISA 2015 science performance and, ICT availability, ICT use and attitudes toward ICT across regions: Evidence from 35 countries. *Education and Information Technologies*, 26(5), 6299-6318. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10576-2>
- Ato, M., & Vallejo, G. (2015). *Diseños de investigación en Psicología*. Ediciones Pirámide.



- Barbero, M. I. (2015). Principios básicos para la construcción de instrumentos de medición psicológica. En *Psicometría* (pp. 51-101). Editorial Sanz y Torres, S. L.
- Bawden, D. (2002). Revisión de los conceptos de alfabetización informacional y alfabetización digital. *anales de documentación*, 5(0), 361-408.
- Bazán-Ramírez, A., Hernández-Padilla, E., Bazán-Ramírez, W., & Tresierra-Ayala, M. (2022). Effects of Opportunities to Learn on Peruvian Students' Science Achievement in Program for International Student Assessment 2015. *Frontiers in Education*, 7. Scopus. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.897473>
- Bloom, B. (1990). *Taxonomía de los objetivos de la educación. La clasificación de las metas educacionales* (Décima Edición). Editorial el Ateneo.
- Bonanati, S., & Buhl, H. M. (2022). The Digital Home Learning Environment and Its Relation to Children's ICT Self-Efficacy. *Learning Environments Research*, 25(2), 485-505. <https://doi.org/10.1007/s10984-021-09377-8>
- Bunge, M. (1997). *La Investigación Científica. Su Estrategia y su Filosofía* (4ta. Edición). Editorial Ariel.
- Cea D'Ancona, M. A. (2012). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. Síntesis.
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach for structural equation modeling. En *Modern methods for business research* (pp. 295-336). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Churchill, G. A. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64-73. <https://doi.org/10.2307/3150876>
- Clavel, J. G., García Crespo, F. J., & Sanz San Miguel, L. (2022). Rising above their circumstances: What makes some disadvantaged East and South-East Asian students perform far better in science than their background predicts? *Asia Pacific Journal of Education*, 42(4), 714-729. Scopus. <https://doi.org/10.1080/02188791.2021.1886905>
- Cohen, R. J., & Swerdlik, M. E. (2006). *Pruebas y evaluación psicológica*. McGraw Hill Interamericana.
- Coon, D., & Mitterer, J. (2010). *Introducción a la Psicología. El acceso a la mente y la conducta* (20 Edición). CENGAGE Learning.
- Courtney, M., Karakus, M., Ersozlu, Z., & Nurumov, K. (2022). The Influence of ICT Use and Related Attitudes on Students' Math and Science Performance: Multilevel Analyses of the Last Decade's PISA Surveys. *Large-Scale Assessments in Education*, 10. <https://doi.org/10.1186/s40536-022-00128-6>
- Davis, S., & Paladino, J. (2008). *Psicología* (5ta. Ed.). Pearson Educación.



- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The «What» and «Why» of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Diaz Moreno, N., Caparros Martin, E., & Sierra Nieto, J. E. (2019). Using socioscientific issues as an educational tool to develop scientific literacy. *Ijeri-International Journal of Educational Research and Innovation*, 12, 261-281.
- Dong, F., & Kula, M. C. (2022). Digital device use and scientific literacy: An examination using Programme for International Student assessment (PISA) 2015 data. *Education Economics*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/09645292.2022.2063797>
- Erdogdu, F., & Erdogdu, E. (2015). The impact of access to ICT, student background and school/home environment on academic success of students in Turkey: An international comparative analysis. *Computers & Education*, 82, 26-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.023>
- Fensham, P. (2008). *Science Education Policy-making*. UNESCO. http://efepereth.wdfiles.com/local--files/science-education/Science_Education_Policy-making.pdf
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Gil-Madrona, P., Martínez-López, M., & Sáez-Sánchez, M.-B. (2019). Objective and subjective factors associated with Spanish students' performance in science in PISA 2015 / Factores objetivos y subjetivos asociados al rendimiento del alumnado español en ciencias en PISA 2015. *Culture and Education*, 31(4), 671-715. <https://doi.org/10.1080/11356405.2019.1656485>
- Gold, A. H., Malhotra, A., & Segars, A. H. (2001). Knowledge Management: An Organizational Capabilities Perspective. *Journal of Management Information Systems*, 18(1), 185-214. <https://doi.org/10.1080/07421222.2001.11045669>
- Grabau, L. J., & Ma, X. (2017). Science Engagement and Science Achievement in the Context of Science Instruction: A Multilevel Analysis of U.S. Students and Schools. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1045-1068.



- Guo, Q., Qiao, C., & Ibrahim, B. (2022). The Mechanism of Influence between ICT and Students' Science Literacy: A Hierarchical and Structural Equation Modelling Study. *Journal of Science Education and Technology*, 31(2), 272-288.
- Hair, J., & Alamer, A. (2022). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Research Methods in Applied Linguistics*, 1(3), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027>
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139-152. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202>
- He, J., Barrera-Pedemonte, F., & Buchholz, J. (2019). Cross-Cultural Comparability of Noncognitive Constructs in TIMSS and PISA. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 26(4), 369-385.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115-135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. En R. Sinkovics & P. N. Ghauri (Eds.), *New Challenges to International Marketing* (Vol. 20, pp. 277-319). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S1474-7979\(2009\)0000020014](https://doi.org/10.1108/S1474-7979(2009)0000020014)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta. Edición). McGraw Hill Interamericana.
- Hernández, R., Médez, S., Mendoza, C. P., & Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de investigación*. McGraw-Hill Educación.
- Hofverberg, A., Eklöf, H., & Lindfors, M. (2022). Who Makes an Effort? A Person-Centered Examination of Motivation and Beliefs as Predictors of Students' Effort and Performance on the PISA 2015 Science Assessment. *Frontiers in Education*, 6. Scopus. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.791599>
- Holgado, F. P., Suárez, J. C., & Morata, M. de los Á. (2019). *Modelos de Ecuaciones estructurales, desde el Path Analysis al Análisis Multigrupo*. Sanz y Torres.
- Hu, X., Gong, Y., Lai, C., & Leung, F. K. S. (2018). The relationship between ICT and student literacy in mathematics, reading, and science across 44 countries: A multilevel analysis. *Computers and Education*, 125, 1-13. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.021>
- Huang, S., Jiang, Y., Yin, H., & Jong, M. S. (2021). Does ICT use matter? The relationships between students' ICT use, motivation, and science achievement in East Asia. *Learning and Individual Differences*, 86, 101957. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101957>



- Kampa, N., Scherer, R., Saß, S., & Schipolowski, S. (2021). The relation between science achievement and general cognitive abilities in large-scale assessments. *Intelligence*, 86. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101529>
- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. (3ra. Ed.). McGraw-Hill.
- Lent, R. W., Hackett, G., & Brown, S. D. (2004). Una perspectiva Social Cognitiva de la transición entre la escuela y el trabajo. *Revista Evaluar*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.35670/1667-4545.v4.n1.596>
- Lezhnina, O., & Kismihók, G. (2022). Combining statistical and machine learning methods to explore German students' attitudes towards ICT in PISA. *International Journal of Research and Method in Education*, 45(2), 180-199. Scopus. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2021.1963226>
- Lin, S.-F., & Lin, H.-S. (2019). The Coexistence and Conflict of Pseudoscience Belief and Scientific Literacy: Investigate Adults' Engagement in Scientific and Pseudoscientific Activities. *Journal of Research in Education Sciences*, 64(2), 69-97. [https://doi.org/10.6209/JORIES.201906_64\(2\).0003](https://doi.org/10.6209/JORIES.201906_64(2).0003)
- Liou, P.-Y. (2021). Students' attitudes toward science and science achievement: An analysis of the differential effects of science instructional practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(3), 310-334. Scopus. <https://doi.org/10.1002/tea.21643>
- Liou, P.-Y., & Jessie Ho, H.-N. (2018). Relationships among instructional practices, students' motivational beliefs and science achievement in Taiwan using hierarchical linear modelling. *Research Papers in Education*, 33(1), 73-88. Scopus. <https://doi.org/10.1080/02671522.2016.1236832>
- Lu, Y.-Y., Smith, T. J., Hong, Z.-R., Lin, H.-S., & Hsu, W.-Y. (2022). Exploring the relationships of citizens' scientific interest and self-understanding to their learning enjoyment and self-efficacy in science. *Current Psychology*. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-02785-w>
- Ma, Y. (2022). The Effect of Inquiry-Based Practices on Scientific Literacy: The Mediating Role of Science Attitudes. *International Journal of Science and Mathematics Education*. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10336-9>
- Merino, C., & Livia, J. (2009). Intervalos de confianza asimétricos para el índice la validez de contenido: Un programa Visual Basic para la V de Aiken. *Anales de psicología*, 25(1), 169-171.
- MINEDU. (2017a). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. Ministerio de Educación.
- MINEDU. (2017b). *Programa curricular de educación secundaria*. Ministerio de Educación.



- MINEDU. (2020). *Factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos según PISA 2015*. Ministerio de Educación. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/Estudio-Factores-Asociados-Pisa-2015.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Marco Institucional de las Tecnologías de la Información y Comunicación*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://es.scribd.com/document/544137188/Marco-Normativo-TIC-Zagastizabal>
- Mueller, C. W., & Parcel, T. L. (1981). Measures of Socioeconomic Status: Alternatives and Recommendations. *Child Development*, 52(1), 13-30. <https://doi.org/10.2307/1129211>
- Muñiz, J., & Fonseca-Pedrero, E. (2019). Diez pasos para la construcción de un test. *Psicothema*, 13(1), 7-16.
- Navarro, M. (2013). Factores explicativos de la alfabetización científica en medio ambiente en estudiantes chilenos. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 50(2), Article 2. <https://doi.org/10.7764/PEL.50.2.2013.6>
- OCDE. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo. Lectura, Matemática y Ciencias*. OCDE. https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework_PRELIMINARY%20version_SPANISH.pdf
- OCDE. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. PISA, OECD Publishing.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Osorio, F. F., & Pereira, F. (2011). Hacia un modelo de educación para el emprendimiento: Una mirada desde la teoría social cognitiva. *Cuadernos de Administración*, 24(43), 13-33.
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., & de Pro, A. (2011). Ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En *11 ideas clave del desarrollo de la competencia científica* (pp. 15-35). Editorial GRAÓ.
- Perry, L. B., Saatcioglu, A., & Mickelson, R. A. (2022). Does school SES matter less for high-performing students than for their lower-performing peers? A quantile regression analysis of PISA 2018 Australia. *Large-Scale Assessments in Education*, 10(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s40536-022-00137-5>
- Ramos, M. M., Catena, A., & Trujillo, H. M. (2014). *Manual de métodos y técnicas de investigación en ciencias del comportamiento*. Editorial Biblioteca Nueva, S. L.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23a ed.).
- Roth, E. (2012). *Análisis multivariado en la investigación psicológica: Modelo predictivo y causal con SPSS y AMOS*. SOIPA Ltda.



- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- Şahin, F., & Ateş, S. (2020). Examination of the relationship between seventh-grade students' scientific literacy among certain cognitive variables. *Egitim ve Bilim*, 45(203), 63-89. Scopus. <https://doi.org/10.15390/EB.2020.8552>
- Salchegger, S., Wallner-Paschon, C., & Bertsch, C. (2021). Explaining Waldorf students' high motivation but moderate achievement in science: Is inquiry-based science education the key? *Large-Scale Assessments in Education*, 9(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s40536-021-00107-3>
- Sautu, R. (2005). *Todo es Teoría: Objetivos y Métodos de Investigación*. Lumiere.
- Sautu, R., Boniolo, P., Dalle, P., & Elbert, R. (2005). *Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de objetivos y elección de la metodología*. CLACSO.
- Seçgin, T., & Sungur, S. (2021). Investigating the science attitudes of students from low socioeconomic status families: The impact of problem-based learning. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(2), 228-235. Scopus. <https://doi.org/10.1002/bmb.21447>
- She, H.-C., Lin, H.-S., & Huang, L.-Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1309-1340. Scopus. <https://doi.org/10.1002/tea.21553>
- Sholahuddin, A., Susilowati, E., Prahani, B. K., & Erman, E. (2021). Using a Cognitive Style-Based Learning Strategy to Improve Students' Environmental Knowledge and Scientific Literacy. *International Journal of Instruction*, 14(4), 791-808. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14445a>
- Sierra, R. (2005). *Técnicas de investigación social. Teoría y práctica*. Paraninfo.
- Skryabin, M., Zhang, J., Liu, L., & Zhang, D. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science. *Computers & Education*, 85, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.004>
- Srijamdee, K., & Pholphirul, P. (2020). Does ICT familiarity always help promote educational outcomes? Empirical evidence from PISA-Thailand. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2933-2970. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10089-z>
- Sun, H., Xie, Y., & Lavonen, J. (2022). Effects of the use of ICT in schools on students' science higher-order thinking skills: Comparative study of China and Finland. *Research in Science and Technological Education*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2116421>
- Turney, J. (1996). Public understanding of science. *The Lancet*, 31-36.



- Tyner, K., Gutiérrez, A., & Torrego, A. (2017). "Multialfabetización" sin muros en la era de la convergencia. La competencia digital y "la cultura del hacer" como revulsivos para una educación continua. *Universidad de Granada*, 19(2), 41-56.
- UGELH. (2023). ASISTENCIA TÉCNICA A LOS DIRECTORES [Dirección de la Unidad de Gestión Educativa Local de Huancavelilca]. *Asistencia Técnica a los Directores*. <https://www.ugelhuancavelica.gob.pe/asistencia-tecnica-a-los-directores/>
- Vahedi, Z., Zannella, L., & Want, S. C. (2021). Students' Use of Information and Communication Technologies in the Classroom: Uses, Restriction, and Integration. *Active Learning in Higher Education*, 22(3), 215-228.
- Wang, H.-H., Hong, Z.-R., She, H.-C., Smith, T. J., Fielding, J., & Lin, H.-S. (2022). The role of structured inquiry, open inquiry, and epistemological beliefs in developing secondary students' scientific and mathematical literacies. *International Journal of STEM Education*, 9(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00329-z>
- Wang, H.-H., Lin, H., Chen, Y.-C., Pan, Y.-T., & Hong, Z.-R. (2021). Modelling relationships among students' inquiry-related learning activities, enjoyment of learning, and their intended choice of a future STEM career. *International Journal of Science Education*, 43(1), 157-178. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1860266>
- Wei, H., Ren, L., & Chao, Z. (2012). *A study on applications of the structural equation modeling to the analysis of how the influential factors affect the Chinese citizens' scientific literacy and a comparative investigation*. 2347-2353. Scopus. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84867968962&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22structural+equation+modeling%22+%22scientific+literacy%22&sid=7664c358065eaa803f20a5fce2f97052&sot=b&sdt=b&sl=67&s=TITLE-ABS-KEY%28%22structural+equation+modeling%22+%22scientific+literacy%22%29&relpos=15&citeCnt=1&searchTerm=>
- Yakman, G. (2010). *What is the point of STE@M? – A Brief Overview*. Intellectual Property of G. Yakman. https://www.researchgate.net/profile/Georgette-Yakman-2/publication/327449281_What_is_the_point_of_STEAM-A_Brief_Overview/links/5b901b98a6fdcce8a4c2f290/What-is-the-point-of-STEAM-A-Brief-Overview.pdf
- You, H. S., Park, S., & Delgado, C. (2021). A closer look at US schools: What characteristics are associated with scientific literacy? A multivariate multilevel analysis using PISA 2015. *Science Education*, 105(2), 406-437. <https://doi.org/10.1002/sce.21609>



- Zhu, Y. (2019). How Chinese students' scientific competencies are influenced by their attitudes? *International Journal of Science Education*, 41(15), 2094-2112. Scopus. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1660926>
- Zhu, Y. (2022). Reading matters more than mathematics in science learning: An analysis of the relationship between student achievement in reading, mathematics, and science. *International Journal of Science Education*, 44(1), 1-17. Scopus. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2007552>

