

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



**Uso de los laboratorios virtuales para el
desarrollo de la indagación científica de los
estudiantes de secundaria**

Tesis para obtener el grado académico de Maestra en
Integración e Innovación Educativa de las Tecnologías de
la Información y la Comunicación que presenta:

Jannett Milagros Trujillo Aquino

Asesor:

Jose Alberto Llaullipoma Romani


Lima, 2025

Informe de Similitud

Yo, Jose Alberto Llaullipoma Romani , docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis /el trabajo de investigación titulado “Uso de los laboratorios virtuales para el desarrollo de la indagación científica de los estudiantes de secundaria”, de la autora Jannett Milagros Trujillo Aquino,dejo constancia de lo siguiente:

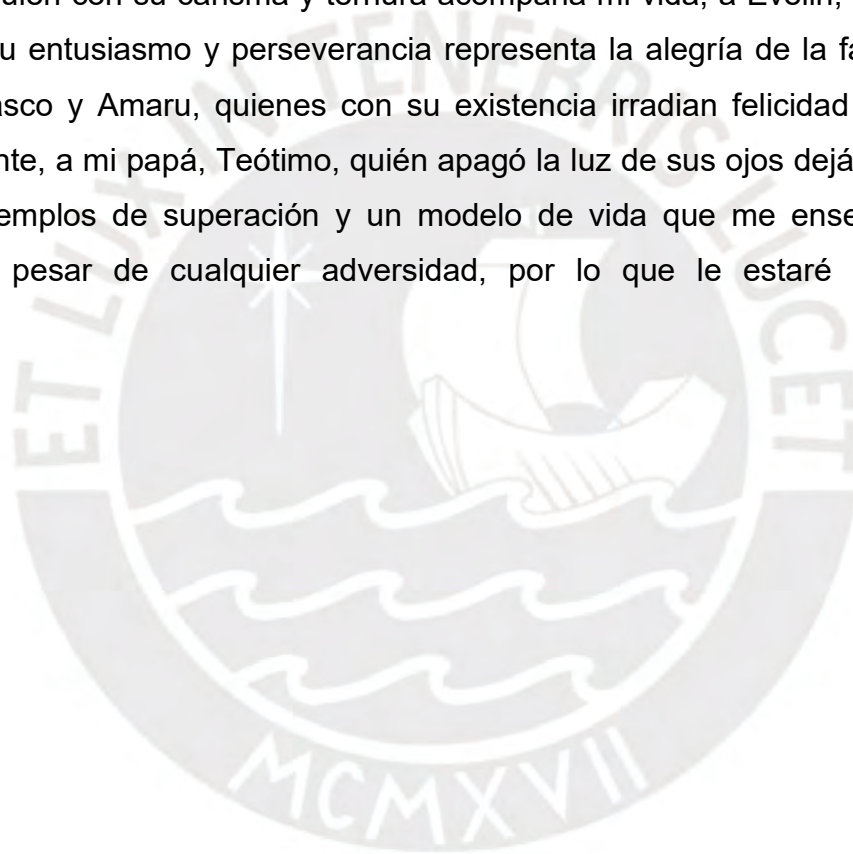
- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 09/10/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima 10 de octubre del 2025

<u>Llaullipoma Romani, Jose Alberto</u>	
DNI: 09540559	Firma 
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8236-7521	

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia por guiar mis pasos, con su ejemplo y cariño. A Isabel, mi madre, quien con su carisma y ternura acompaña mi vida; a Evelin, mi hermana, quien con su entusiasmo y perseverancia representa la alegría de la familia; a mis sobrinos Vasco y Amaru, quienes con su existencia irradian felicidad continua; y, principalmente, a mi papá, Teótimo, quién apagó la luz de sus ojos dejándome en la memoria ejemplos de superación y un modelo de vida que me enseñó a seguir adelante a pesar de cualquier adversidad, por lo que le estaré eternamente agradecida



RESUMEN

Esta investigación empírica aplica a estudiantes de una institución privada de Lima Metropolitana, la línea de investigación es “Aprendizaje potenciado por tecnología” y la sublínea de investigación es “Uso e impacto de recursos tecnológicos en el desarrollo de capacidades curriculares del área de Ciencias”. El objetivo general fue determinar en qué medida el uso de laboratorios contribuye en mejorar las habilidades de indagación científica. La investigación tiene diseño metodológico cuasiexperimental con grupo experimental y de control con características equivalentes. Comparando datos del pretest y postest con la prueba de Wilcoxon, del grupo experimental relacionada a la habilidad de formular pregunta indagatoria e hipótesis tienen p valor <0.001 , cuentan con diferencia significativa. El grupo control frente a la habilidad de formular preguntas indagatorias e hipótesis tiene valores $p=0.064$ y $p=0.002$, no existe significatividad. Los resultados de la Prueba de Normalidad no presentan distribución normal. En la Prueba U de Mann Whithney no existen diferencias significativas al comparar rangos de grupos experimental y control para la formulación de la pregunta indagatoria tanto en el pretest (p-valor 0.61) como en el postest (p-valor 0.22), lo mismo se observa al comparar el grupo experimental y control para la formulación de la hipótesis en el pretest (p-valor 0.45). Comparando los grupos postest experimental y control para la formulación de la hipótesis se observa el p-valor <0.001 , lo cual es estadísticamente significativo. Concluyendo que el grupo experimental, fortalece la habilidad indagatoria después de utilizar el laboratorio virtual.

PALABRAS CLAVE: Tecnología educacional, indagación científica, enseñanza de ciencias.

ABSTRACT

This empirical research applies to students from a private institution in Metropolitan Lima. The line of research is "Technology-enhanced learning" and the subline of research is "Use and impact of technological resources in the development of curricular capacities in the area of Science." The general objective is to determine to what extent the use of laboratories contributes to improving scientific inquiry skills. The research has a cuasiexperimental methodological design with experimental and control groups with equivalent characteristics. Comparing data from the pretest and posttest with the Wilcoxon test, the experimental group's p-value related to the ability to formulate investigative questions and hypotheses has a value of <0.001 , showing a significant difference. The control group's p-values regarding the ability to formulate investigative questions and hypotheses have $p = 0.064$ and $p = 0.002$, not showing significance. The results of the Normality Test do not present a normal distribution. In the Mann-Whitney U test, there are no significant differences when comparing the ranges of the experimental and control groups for the formulation of the investigative question in both the pretest (p-value 0.61) and the posttest (p-value 0.22). The same is observed when comparing the experimental and control groups for the formulation of the hypothesis in the pretest (p-value 0.45). Comparing the experimental and control posttest groups for the formulation of the hypothesis, a p-value of <0.001 is observed, which is statistically significant. Concluding that the experimental group strengthens their investigative skills after using the virtual laboratory.

KEYWORDS: Educational technology, scientific inquiry, science teaching.

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ÍNDICE	vi
INTRODUCCIÓN	1
PRIMERA PARTE: MARCO TEÓRICO	7
CAPÍTULO I	7
LABORATORIOS VIRTUALES PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIA EN NIVEL SECUNDARIA DE LA EBR	7
1.1. Tecnología de Información y Comunicación en Didáctica de las Ciencias	7
1.2. Laboratorio virtual en la educación secundaria.	8
1.2.1. Simulación en laboratorio virtuales	8
1.2.2. Clasificación de laboratorios virtuales	8
1.2.3. Dimensiones de laboratorios virtuales	11
1.2.4. Diseño de laboratorios virtuales	22
1.3. Laboratorios virtuales para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.	23
1.3.1. Incorporación de la Tecnología de Información y Comunicación en la enseñanza de las ciencias	23
1.3.2. Laboratorios virtuales como estrategias educativas	24
1.3.3. Software de laboratorios virtuales	26
CAPÍTULO II	27
DESARROLLO DE HABILIDADES DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA MEDIANTE EL USO DE LABORATORIOS VIRTUALES EN LA EBR DEL CUARTO GRADO DEL NIVEL SECUNDARIA	27
2.1. Mirada Internacional PISA	27

2.1.1. Capacidades indagatorias	27
2.1.2. Competencias indagatorias	29
2.1.3. Competencias y capacidades indagatorias en Taxonomía de Bloom	30
2.2. Mirada Nacional con el Currículo Nacional de Educación Básica Regular	37
2.2.1. Conceptualización general	37
2.2.2. Estándares de la competencia indagatoria	39
2.2.3. Competencias y Capacidades indagatorias	40
2.3. Análisis de indagación científica	41
2.3.1. Competencia indaga mediante métodos científicos para construir conocimiento en secundaria	50
2.3.2. Capacidades de la competencia indaga en secundaria	51
2.3.3. Desempeños de la competencia indaga en secundaria	53
2.4. Uso de laboratorios virtuales para promover la indagación científica.	53
2.4.1. Investigación abierta	54
2.4.2. Investigación guiada	54
SEGUNDA PARTE: DISEÑO METODOLÓGICO Y RESULTADOS	56
CAPÍTULO III	56
DISEÑO METODOLÓGICO	56
3.1. Problema de investigación	56
3.2. Objetivos de investigación	56
3.3 Hipótesis	57
3.3.1. Hipótesis General	57
3.3.2. Hipótesis Específicas	57
3.4. Variables	58
3.5 Enfoque metodológico, tipo y nivel de investigación	58

3.6. Población y muestra	60
3.7 Técnicas y muestras	60
3.7.1 Validación de instrumentos	61
3.7.2 Aplicación de instrumentos	61
3.8 Procedimiento para organizar la información recogida	64
3.9 Protocolo de consentimiento informado	64
CAPÍTULO IV	64
ANÁLISIS DE RESULTADOS	64
4.1. Resultados descriptivos en la habilidad de indagación científica de aprendices del grupo de tratamiento y de referencia en la prueba de inicio.	65
4.2. Resultados descriptivos en la habilidad de indagación científica de los grupos de tratamiento y de referencia en las pruebas de inicio y final.	67
4.3. Contrastación de hipótesis	68
4.3.1. Contrastación de la hipótesis general	73
4.3.2. Verificación de hipótesis específicas	73
4.4. Estadísticos de observación	76
4.5 Discusión de resultados	78
Conclusiones	83
Recomendaciones	84
Referencias bibliográficas	85
Anexo 1	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipología de laboratorios para enseñanza de la Ciencia	9
Tabla 2	Requerimientos del sistema operativo	14
Tabla 3	Uso de simuladores para involucrar a los estudiantes en las prácticas de las ciencias	44
Tabla 4	Habilidades científicas	47
Tabla 5	Cuadro comparativo sobre la clasificación de habilidades científicas	48
Tabla 6	Capacidades de la competencia indaga	51
Tabla 7	Organización de las sesiones de aplicación	63
Tabla 8	Escala de logro para la formulación de pregunta indagatoria en la prueba de inicio.	65
Tabla 9	Nivel de logro para la formulación de hipótesis en pretest del grupo control y experimental	65
Tabla 10	Logros para formular preguntas indagatorias de grupos de referencia y de tratamiento en la prueba final.	67
Tabla 11	Nivel de logro para la formulación de hipótesis de los grupos de referencia y control en la prueba final	67
Tabla 12	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de las puntuaciones de habilidad de indagación científica de participantes de los grupos de referencia y tratamiento que se recogen antes y después de la aplicación del uso de laboratorios.	69
Tabla 13	Prueba de rango con signo de Wilcoxon para el contraste de prueba de inicio y prueba final del grupo referencial y de tratamiento	70
Tabla 14	Prueba U de Mann-Whitney para el contraste del grupo en tratamiento y grupo referencial en evaluación de inicio y final.	71
Tabla 15	Frecuencias de observación de los grupos de referencia y en tratamiento (prueba de inicio y salida)	76
Tabla 16	Estadística descriptiva de la ficha de observación de los grupos de referencia y de tratamiento (prueba de inicio y salida)	76
Tabla 17	Tabla de Contingencia de la ficha de observación (Grupo tratado: Entrada y salida)	77
Tabla 18	Tabla de Contingencia de ficha de observación (Grupo referencial: Entrada y salida)	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Modelos de Blended Learning	10
Figura 2	Modelo de rotación por laboratorio	11
Figura 3	Simuladores del laboratorio virtual-OLabs	12
Figura 4	Laboratorio virtual de Viscosidad de fluidos en OLabs	13
Figura 5	Bosquejo de diseño del laboratorio virtual	15
Figura 6	Ruta procedimental de uso de laboratorios virtuales	16
Figura 7	Propuesta estratégica de inserción de laboratorio virtual OLabs	18
Figura 8	Modelo TPAK	19
Figura 9	Direccionalidad pedagógica utilizando laboratorios virtuales	21
Figura 10	Modelo de instrucción propuesto para el entorno V-Lab	22
Figura 11	Taxonomía Digital de Bloom	24
Figura 12	Representación Metodológica del uso de simulador virtual	25
Figura 13	Estructura básica de las dimensiones evaluadas por los ítems PISA de ciencias 2015	30
Figura 14	Taxonomía de Bloom	31
Figura 15	Equivalencia de capacidades de indagación científica.	33
Figura 16	Visión general de competencias, subcompetencias y aspectos de competencias	34
Figura 17	Los estudiantes formulan preguntas científicas y generan hipótesis comprobables	35
Figura 18	Los estudiantes diseñan el experimento y analizan los datos	36
Figura 19	Parámetros educativos de la competencia “Indaga”	40
Figura 20	Capacidades y desempeños de la competencia “Indaga”	41
Figura 21	Competencia indaga y su relación con capacidades y desempeños	50
Figura 22	La competencia indaga y la capacidad de problematizar	52
Figura 23	Gráficos descriptivos experimental y control	72

INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 en el Perú, como en otras naciones del mundo, impactó en la enseñanza de las ciencias asumiendo nuevas posibilidades con las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), permitiendo comparar estrategias del uso de laboratorios virtuales o solamente usar los laboratorios presenciales. La investigación surge con el fin de determinar el grado de contribución de los laboratorios virtuales para fortalecer las habilidades indagatorias, como formular preguntas e hipótesis. El resultado del estudio podría aportar en la implementación de una práctica eficaz de la enseñanza de las ciencias y así acortar brechas de inequidad en su aprendizaje, lo cual se constituye como su principal motivación.

La enseñanza de la ciencia requiere una metodología que enfatice la investigación y el conocimiento científico (PISA, 2015). En tal sentido, la investigación demuestra empíricamente el impacto de disponer de laboratorios virtuales en el fortalecimiento de habilidades científicas de aprendices de secundaria, ubicando así, el tema de estudio en la vertiente de estudio: “Aprendizaje potenciado por tecnología” y en la sublínea investigadora: “Uso e impacto de recursos tecnológicos en el desarrollo de capacidades curriculares del área de ciencias”. Esperamos que los resultados permitan generar propuestas pedagógicas en atención a la diversidad de estudiantes y en mejora de los aprendizajes de las ciencias.

Las metodologías empleadas apuntan a potenciar las habilidades científicas de los estudiantes (Asrizal et al., 2018), las cuales son medidas por ejemplo con la evaluación ECE 2019 y la evaluación PISA 2018. Los hallazgos obtenidos a partir de dichas evaluaciones en el campo de las ciencias, para el logro de aprendizajes y habilidades de indagación científica son de especial interés pues evidencian las estrategias óptimas y también las inapropiadas que vienen desarrollándose en el transcurso del tiempo. Así, los últimos informes demuestran que existe un progreso significativo de las competencias científicas; sin embargo, es necesario atender las necesidades y dificultades de aprendizaje con visión a la diversidad de estudiantes (PISA, 2018).

Además, según la Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes (UMC) del MINEDU (2019), indica que “los resultados de la evaluación ECE 2019, informan que de los estudiantes evaluados en el rubro del área de Ciencias, el 10,1 % se encuentra previo al inicio, lo que significa que no lograron los aprendizajes necesarios para estar en el nivel; el 43,8 % se encuentra en inicio, lo que significa que lograron aprendizajes muy elementales respecto de lo esperado para el nivel; 36,3 % se encuentra en proceso, lo que significa que lograron aprendizajes esperados de modo parcial, aunque todavía tienen dificultades; únicamente el 9,7 % se encuentra en nivel satisfactorio, lo que significa que desarrollaron aprendizajes para afrontar los retos de comprensión para siguiente ciclo” (p.14).

Por tanto, la estadística advierte de una pronunciada debilidad en la potenciación de habilidades indagatorias de los cursantes de secundaria, por lo que es necesario atender esta demanda educativa analizando y mejorando los métodos de enseñanza de las ciencias y promoviendo la motivación extrínseca en los estudiantes por el aprendizaje de las competencias y capacidades de indagación científica.

Frente a esta problemática, la implementación de laboratorios virtuales que reemplazan o complementan las actividades experimentales de los laboratorios físicos, brindan oportunidades para que los estudiantes aprendan haciendo, desarrollando habilidades de pensamiento y habilidades para resolver problemas (Gunawan et al., 2018). En consecuencia, la implementación de laboratorios virtuales en sesiones de aprendizaje de ciencias es una alternativa novedosa y motivadora que contribuye a fortalecer las habilidades científicas y de pensamiento crítico (Mubarok et al., 2018). También, favorece la autoeficacia de los docentes para la enseñanza y la motivación por el aprendizaje de los estudiantes (Estriegana et al., 2019). Existen muchas evidencias confiables sobre cómo las intervenciones de aprendizaje con recursos tecnológicos como los laboratorios virtuales tienen un impacto bastante favorable para los estudiantes en el desarrollo de habilidades indagatorias (Penn et al., 2019).

Es necesario determinar, mediante investigaciones, el nivel de respuesta que tiene el uso de los laboratorios virtuales frente a la necesidad de desarrollar y potenciar habilidades indagatorias de cuestionamiento, experimentación, análisis y explicación en los estudiantes de secundaria. En consecuencia, este estudio se justifica con base

en el potencial pedagógico que tienen los entornos virtuales de aprendizaje como los laboratorios virtuales, que ayudan a los estudiantes a ser más activos en sus procesos de aprendizaje (Philippe et al., 2020). Este tipo de recurso tecnológico tiene un gran potencial para la enseñanza, lo que se refleja en la tendencia a implementarlas como recursos educativos para el siglo XXI (Vergara et al., 2020).

Así, la presente investigación será útil para determinar la efectividad de los logros de aprendizaje alineados con la evolución de las habilidades indagatorias de cuestionamiento, experimentación, análisis y explicación (Pai-Hsing et al., 2020). Las cuales se generan en estudiantes de secundaria al usar, como entorno educativo, los laboratorios virtuales. Además, puntualizamos que el empleo del laboratorio virtual como recurso tecnológico apunta a seguir con tendencia de uso al incremento, en evidencia de lo mencionado presentamos a la plataforma gratuita OLABS.

El objetivo general es determinar en qué medida el uso de laboratorios virtuales contribuye a mejorar el potenciamiento de las habilidades indagatorias de los aprendices de cuarto de secundaria de la Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Los objetivos específicos son:

- a.** Comparar habilidades indagatorias del grupo de tratamiento antes y después de emplear laboratorios virtuales en aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- b.** Comparar habilidades indagatorias del grupo referencial antes y después de emplear laboratorios presenciales en aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- c.** Comparar habilidades indagatorias del grupo de tratamiento y el grupo referencial antes de emplear laboratorios virtuales en aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- d.** Comparar habilidades indagatorias del grupo de tratamiento y el grupo referencial después de emplear laboratorios virtuales en aprendices de cuarto

de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

El informe se estructura de dos segmentos fundamentales. El primer segmento aborda la base conceptual dividida en dos capítulos: 1) Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias en el nivel secundaria de la EBR y 2) Desarrollo de habilidades de indagación científica en la EBR del cuarto nivel de secundaria. La segunda parte, también, está compuesta por dos capítulos: 1) El diseño metodológico y 2) El análisis de resultados. Así, empezamos a presentar de forma general las diferentes partes de la tesis, el primer capítulo genera alcances que se alinean en la caracterización y profundización del conocimiento del laboratorio virtual o simulador Olabs que es empleado para la investigación.

El Recurso Educativo Abierto (REA), OLABS, es analizado en las dimensiones tecnológicas, pedagógicas y de conocimiento; proyectando viabilidad en su utilidad para el proceso de enseñanza de las ciencias, pues tecnológicamente reúne indicadores motivacionales y de interactividad que se articulan con la dimensión pedagógica que establece el modelo TPACK como guía al docente para contribuir en el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje, a partir de la integración eficaz de las TIC en la educación, permitiendo de esta forma la accesibilidad educativa.

En ese sentido, la complementariedad tecnológica y pedagógica para garantizar un servicio educativo de calidad que contemple el desarrollo de las capacidades y habilidades indagatorias, con laboratorios virtuales, se denota en el potencial de aprendizaje que se centra en lo que puede realizar el estudiante por sí mismo de forma autónoma y lo que puede ser atendido y guiado por el docente, esta característica de aprendizaje toma fuerza y se repotencia si se considera complementarlo con el uso de laboratorios reales.

En el segundo capítulo, se caracterizan las habilidades indagatorias de cuestionamiento, experimentación, análisis y explicación, que conducen a la enseñanza de las ciencias en una perspectiva constructivista que se contempla en el CNEB vigente, articulando principalmente con la competencia indagatoria de problematizar fenómenos y, también, con el diseño de estrategias que permitan indagar, generar, registrar, y analizar información, así como, el evaluar y comunicar

el resultado de indagación; arguyendo que el modelo educativo regido con base en el CNEB, 2016, demanda un abordaje escalonado de habilidades, que es preciso incluir en las sesiones de aprendizaje que utilicen laboratorios virtuales.

Implementar procesos de aprendizaje con laboratorios virtuales requiere de un conjunto de estrategias para cada una de las habilidades trazadas, habilidades que serán medibles según las siguientes subcategorías: pregunta sobre el hecho o fenómeno que observa, evidencia relación de causa y efecto en la pregunta formulada, identifica el hecho o fenómeno que se investigará experimentalmente, utiliza variables medibles y comprobables en la fórmula, responde sobre el fenómeno que se plantea en la pregunta indagatoria y evidencia relación de causa y efecto en la hipótesis formulada (UNIR,2020). Estas subcategorías se alinean a las capacidades y competencias pedagógicas propuestas por el MINEDU y encuentran su soporte en la taxonomía de Bloom, la evaluación PISA (2018) y PAI (2020).

Así, para el desarrollo de la habilidad del cuestionamiento, se pueden usar los simuladores como punto de partida para generar preguntas de mayor exploración o discusión; para la experimentación se pueden generar reglas o modelos que expliquen el comportamiento que se observa en la simulación; para el análisis, es vital contar con la recolección de datos que puedan determinar cómo las diferentes variables afectan el fenómeno observado; y, para la explicación, es necesario contar con una discusión, mientras se explora la simulación.

Finalmente, la principal limitante presentada en la ejecución de la investigación fue la escasa cantidad de sesiones que se programaron tanto para el uso del laboratorio presencial, como para el laboratorio virtual. Asimismo, cabe resaltar que se requirió desarrollar dos pilotos previos de ensayo con el propósito de garantizar la adaptación de los estudiantes a las mencionadas estrategias.

Por lo mencionado, podemos visionar una perspectiva emergente para el surgimiento de otras líneas de investigación como el impacto del uso de laboratorios virtuales en habilidades indagatorias más complejas que las abordadas en el presente estudio, el impacto del uso de laboratorios virtuales en las mismas capacidades pero con enfoques de Biología, Química y Ciencias Naturales, como también en el impacto de

uso de laboratorios virtuales en las mismas capacidades pero con diferentes grupos etarios, esto permitirá seguir contribuyendo al aprendizaje de las ciencias.



PRIMERA PARTE: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

LABORATORIOS VIRTUALES PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIA EN NIVEL SECUNDARIA DE LA EBR

Después de pasar la pandemia global COVID-19 y conocer su impacto en los diferentes niveles educativos, logramos identificar nuevas estrategias de enseñanza para las ciencias basadas en el mundo de la TIC, como ejemplo de ello tenemos el uso de los laboratorios virtuales, considerado como Recurso Educativo Abierto (REA), caracterizada por ser material para el proceso de aprendizaje e investigación de dominio público y con accesibilidad gratuita a los participantes (Unesco, 2015).

La implementación de laboratorios virtuales (LV) en procesos pedagógicos busca potenciar las habilidades indagatorias a partir de la recolección, el registro y el análisis de datos obtenidos con diferentes dispositivos digitales en estudiantes de secundaria, considerados nativos digitales por llevar a las aulas una amplia variedad de expectativas tecnológicas, habilidades y conocimientos (Gunawan et al., 2018); características que se espera puedan mejorar con la práctica y dominio de los laboratorios virtuales.

1.1. Tecnología de Información y Comunicación en Didáctica de las Ciencias

La comprensión de los saberes de estudiantes adolescentes mediados por las tecnologías registra un aporte significativo. Entre estos aportes, se encuentran la utilización de los laboratorios virtuales, diseñados particularmente para este propósito, ya que estas áreas exigen prácticas de experimentación y observación de fenómenos físicos y naturales. (Vega et al., 2016).

Este trabajo tiene interés en analizar el conjunto de interacciones que se presentan entre la didáctica de las ciencias y las TIC, en consecuencia, se desarrollan conceptualizaciones relacionadas a laboratorios virtuales en la educación secundaria.

1.2. Laboratorio virtual en la educación secundaria.

La integración de las TIC en la educación escolar es una nueva vía de transferencia de conocimiento, por lo que en las últimas décadas las escuelas han considerado esta inclusión desde tres perspectivas: formar a los estudiantes como usuarios de estas tecnologías, incorporar al aula las tecnologías como recurso didáctico que ayuda al docente y como instrumento de enseñanza (Marrero et al., 2021), las cuales se ponen en evidencia con el uso de laboratorios virtuales. En tal sentido, estos, son considerados como potenciales herramientas en el proceso de aprendizaje de diversas disciplinas. Permitiendo que los usuarios, estudiantes de secundaria, desarrollen la capacidad de proporcionar explicaciones científicas de los principios físicos antes que se les enseñe (Sudlow, 2020) y mejorando la comprensión conceptual, las habilidades prácticas o de laboratorio (Byukusenge et al., 2022).

1.2.1. Simulación en laboratorio virtuales

Los laboratorios virtuales permiten simular las condiciones del laboratorio físico. Así, los estudiantes experimentan el comportamiento de diversas variables como temperatura, posición, peso, velocidad, tamaño, etc. y confían en los resultados del sistema (Infante, 2014), lo cual contribuye a una mayor comprensión sobre el fenómeno analizado debido a la práctica interactiva que genera su uso.

En consecuencia, a lo mencionado, el aprendizaje a través de simulaciones brinda a los estudiantes la oportunidad de participar de un aprendizaje basado en la práctica. Facilitando el dominio de habilidades cognitivas, habilidades interpersonales, responsabilidad, comunicación y habilidades psicomotoras (Trujillo et. al, 2023).

1.2.2. Clasificación de laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales son simulaciones digitales interactivas de actividades que tienen lugar en entornos de laboratorio físico. Así, el laboratorio virtual hace referencia a la manipulación de un material simulado “informáticamente” (el material no existe realmente).

Por otro lado, el laboratorio remoto hace referencia a la manipulación a distancia de un material real, en general, inaccesible directamente (Canu et al., 2015). En la Tabla 1 se muestra, la tipología de los laboratorios para enseñanza de la ciencia, ver la Tabla 1. Diferenciar las conceptualizaciones previamente mencionadas favorece el dominio y uso aplicativo al momento de estructurar un planeamiento de aprendizaje.

Tabla 1
Tipología de laboratorios para enseñanza de la Ciencia

Laboratorio	Real	Virtual
Local	Laboratorios presenciales con plantas reales	Laboratorios presenciales con plantas simuladas
Remoto	Teleoperación de una planta real	Laboratorio remoto con plantas simuladas

Nota. Clasificación de laboratorios, los laboratorios remotos y virtuales son los tipos de laboratorios utilizados en la enseñanza de la EBR (Vargas, et al. 2020).

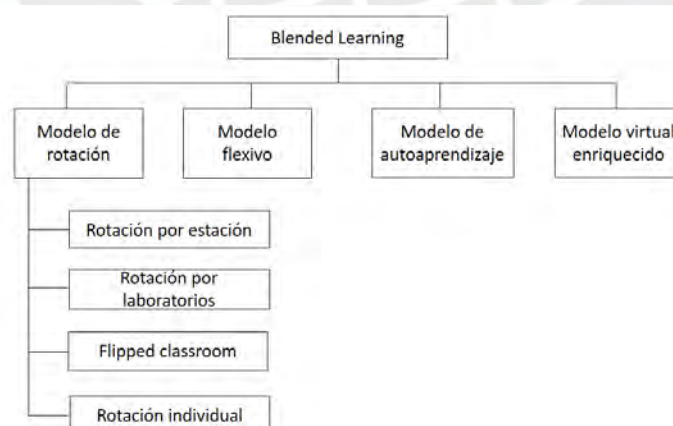
Los laboratorios virtuales de la web, considerados como recursos educativos abiertos (REA), por estar disponibles y contar con licencias de propiedad intelectual que facilitan su uso y adaptación (Unesco, 2021). Se cuantifican con la existencia de más de 800 experimentos distribuidos en 70 laboratorios virtuales en línea de más de diez disciplinas de Ciencia e Ingeniería (Zaldívar, 2019). La disponibilidad de todos estos recursos facilita la selectividad de uso para docentes y estudiantes, quienes a su vez deben identificar los sitios donde pueden ser encontrados.

Por tanto, un laboratorio virtual se caracteriza por contar con un espacio de trabajo diseñado para la colaboración y experimentación electrónica con el fin de realizar investigaciones u otras actividades creativas que contribuyan en difundir los resultados (Infante, 2014). Por ello, un laboratorio virtual puede pensarse como una recreación de la realidad que emplea patrones encontrados en la ciencia para dar respuestas similares a las de la vida real, con algunos comandos y programación. Conocer este concepto, permite diferenciarlo y dominarlo. Por ello este estudio tuvo como objetivo el desarrollo de la experiencia cuasi experimental que se plantea en el estudio; así, nos centramos y profundizamos en los laboratorios virtuales por ser la variable principal de estudio.

El laboratorio virtual, como recurso generado por el desarrollo de las TIC constituye un soporte de vanguardia para la enseñanza de diversas materias. Para efectos del presente estudio conviene comprender la relación del uso de estos recursos en contribución a la didáctica de las ciencias. La idoneidad del uso de laboratorio virtual se centra en la facilidad que tiene para concretar la adquisición de competencias del estudiante, generando diferentes estrategias que activan sus conocimientos previos (Caldera, 2015); logrando así, conservar la atención y promoviendo autogestión de la información para aprender.

Por tanto, la inserción del laboratorio virtual, como recurso TIC, en el proceso educativo demanda asumir modelos de aprendizajes activos, como el Blended Learning, que desarrolla a su vez el modelo de rotación que fusiona el aprendizaje en línea y el aprendizaje presencial en un espacio físico, como el aula de clase, monitoreado por el docente responsable en un horario determinado (Powell et al., 2015). A continuación, se muestran formas de aprendizaje, *Blended Learning* (Ver figura 1). De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el modelo de rotación se subdivide en submodelos de rotación por estaciones, de rotación de laboratorios, de *flipped classroom* y rotacional individual (Powell et al., 2015). El adecuamiento del proceso de aprendizaje circunscrito en alguno de estos modelos permite conducir pertinentemente la sesión que integra laboratorios virtuales para todo nivel educativo.

Figura 1
Modelos de Blended Learning



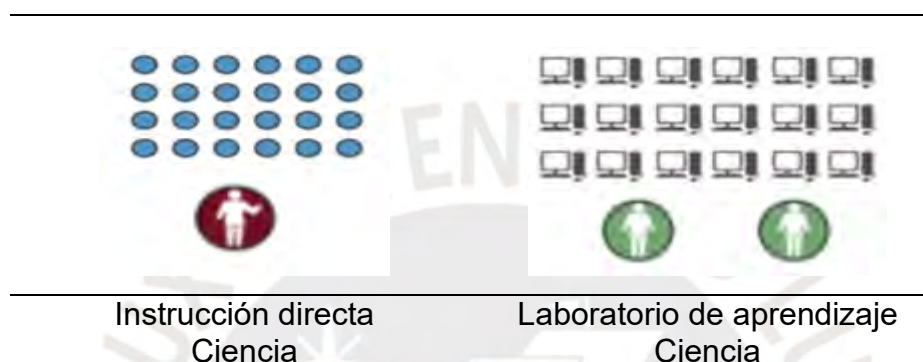
Nota. Modelos de trabajo para el Blended Learning. Fuente: INACOL (2015)

Para efectos de la aplicación del laboratorio virtual en el proceso de aprendizaje para el presente estudio, se usa e identifica al submodelo de rotación de laboratorios, en

el cual los estudiantes alternan entre el aprendizaje en el aula y los laboratorios de aprendizaje electrónico, revisando el material virtual con anticipación para contar con saberes previos y explorar la plataforma del laboratorio virtual O Labs, que utiliza tecnología de simulación de vanguardia creando entornos de laboratorio del mundo real en ciencias físicas, químicas y biológicas para los estudiantes (Olabs, 2023).

Figura 2

Modelo de rotación por laboratorio



Nota. Esquema de sesión de aprendizaje con los momentos del modelo de rotación por laboratorio. Fuente: Adaptado de INACOL (2015)

1.2.3. Dimensiones de laboratorios virtuales

a. Dimensión tecnológica

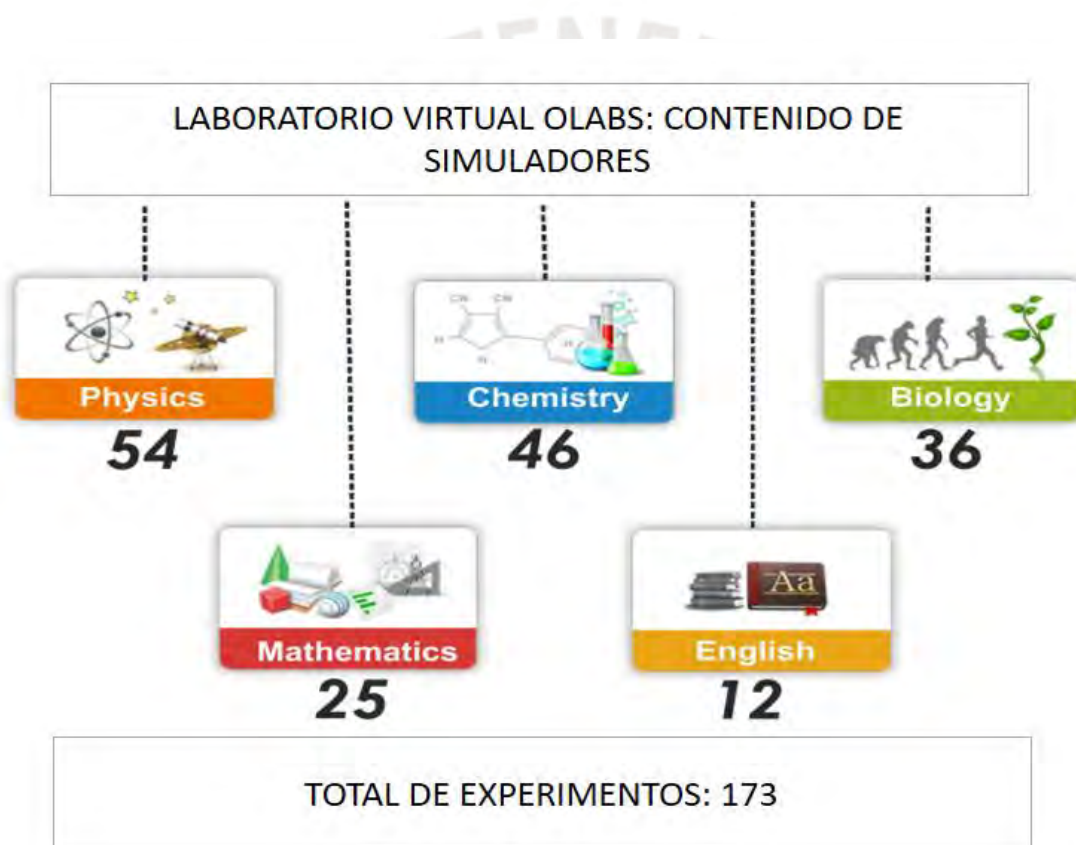
Un factor determinante en la aplicabilidad de un laboratorio o simulador virtual es su diseño o arquitectura digital, pues debe ser compatible con la interfaz del usuario. En un primer momento, el docente puede ocupar el rol de usuario, quien realiza coordinaciones en el proceso de aprendizaje científico, añadiendo otros experimentos para mejorar el conocimiento de los estudiantes y crear pruebas para monitorear el desempeño de los mismos. En un segundo momento, son los estudiantes quienes asumen el rol de usuario, pudiendo realizar varios experimentos y completando las pruebas disponibles (Aljuhani et al., 2018). Los mencionados momentos son verificables en los laboratorios virtuales ofertados como Recursos Educativos Abiertos.

Para el proceso de la presente investigación se utiliza el laboratorio virtual de la plataforma O-Labs, recurso tecnológico proveniente de la India, diseñado para un

aprendizaje autónomo, estructurado de tutoriales, teorías, procedimientos, animaciones, videos y simulaciones, por cada uno de los temas propuestos; con la intención de trabajar habilidades experimentales, procedimentales y de registro de información (Nedungadi et al., 2013). La estructura mencionada para la plataforma se diversifica en cada uno de los simuladores, esto se aprecia en la Figura 3 sobre simuladores del laboratorio virtual-O Labs y la Figura 4 que detalla los componentes del laboratorio virtual de viscosidad de fluidos en O Labs.

Figura 3

Simuladores del laboratorio virtual-OLabs



Nota. Laboratorio virtual OLabs cuenta con simuladores de diversas materias como Física, Química, Biología, Matemática e Inglés. Fuente: OLabs (2023).

Figura 4

Laboratorio virtual de Viscosidad de fluidos en OLabs







Nota. Simulador de viscosidad de líquidos en OLabs. Fuente: OLabs (2023).

En función al objetivo de estudio de esta investigación, se selecciona el rubro de simuladores de Física para el abordaje experimental de viscosidad de fluidos, el cual cuenta con la siguiente estructura: apartado teórico; que informa sobre el trasfondo conceptual del experimento con conceptos, leyes relacionadas, pruebas y principios; apartado procedimental que ofrece los pasos detallados para la ejecución de la experiencia en el entorno real y en línea; apartado de animación, para la demostración experimental del maestro; apartado de simulación, espacio donde se cuenta con los recursos para realizar la experiencia en línea; y, un apartado de viva voz, donde se establecen preguntas (Sasikumar, 2016). Asimismo, la estructura mencionada se mantiene en cada uno de los simuladores de la plataforma.

El acceso a toda la propuesta educativa de la plataforma OLabs, establece los siguientes requerimientos para el sistema operativo, que puede adecuarse a dispositivos móviles o fijos. Ver la Tabla 2 sobre los requerimientos del sistema operativo.

Tabla 2
Requerimientos del sistema operativo

				
Requerimientos	Windows	Macintosh	Linux	
Procesador	Procesador compatible con 2.33GHz o superior x86-, o Intel® Atom™ 1.6GHz o superior procesador para <i>netbooks</i> .	Intel Core™ Duo 1.33GHz o procesador superior.	Procesador compatible con 2.33GHz o superior x86-, o Intel Atom 1.6GHz o superior procesador para <i>netbooks</i> .	
Sistema operativo	Microsoft® Windows® XP (32-bit), Windows Server® 2003 (32-bit), Windows Server 2008 (32-bit), Windows Vista® (32-bit), Windows 7 (32-bit and 64-bit)	Mac OS X v10.6 or v10.7	Red Hat® Enterprise Linux (RHEL) 5.6 o posterior (32-bit and 64-bit), openSUSE® 11.3 or later (32-bit and 64-bit), Ubuntu 10.04 o posterior (32-bit and 64-bit)	
RAM	128MB of RAM (1GB of RAM recomendado para <i>netbooks</i>); 128MB de memoria gráfica	256MB of RAM; 128MB de memoria gráfica.	512MB of RAM; 128MB of memoria gráfica.	
Resolución de pantalla	1024x768 resolución de pantalla	1024x768 resolución de pantalla	1024x768 resolución de pantalla	
Java	Sun Java 1.5.0_15 or later	Apple Java 1.5.0_19 or later	Sun Java 1.5.0_15 or later	
Web Browser	Internet Explorer 7.0 and above, Mozilla Firefox 4.0 and above, Google Chrome, Safari 5.0 and above, Opera 11	Safari 5.0 and above, Mozilla Firefox 4.0 and above, Google Chrome, Opera 11	Mozilla Firefox 4.0 or Google Chrome	

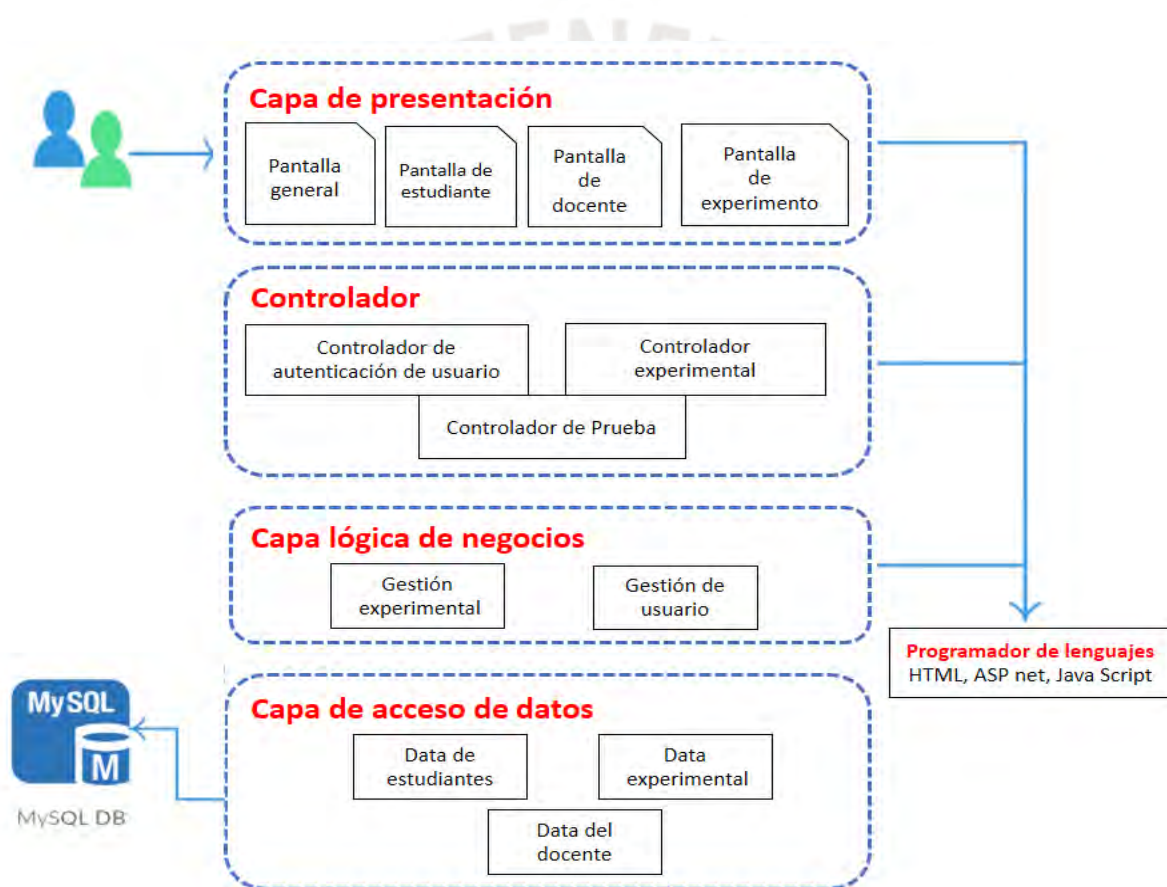
Nota. Información necesaria para el funcionamiento del laboratorio virtual OLABs.
 Fuente: (OLabs, 2023)

Un factor determinante en la aplicabilidad de un laboratorio o simulador virtual es su arquitectura digital, pues este debe ser compatible con la interfaz del usuario. A partir

de esta premisa, nace la necesidad de considerar la información de la Tabla 2 sobre los requerimientos del sistema operativo, el cual debe ser revisado antes de generar la propuesta educativa con inserción de laboratorios virtuales. Por tanto, la inserción de laboratorios virtuales debe garantizar la accesibilidad y seguridad del uso del recurso para la ejecución de experiencias guiadas o autónomas, por lo que es pertinente que cuente con la arquitectura de la Figura 5 sobre bosquejo de diseño del laboratorio virtual.

Figura 5

Bosquejo de diseño del laboratorio virtual



Nota. Arquitectura en capas para el diseño del laboratorio virtual, desde la programación del lenguaje, dispositivo del usuario, controlador de la experiencia, gestión de la experiencia y la data de acceso de los usuarios. Fuente: Aljuhani et al., 2018.

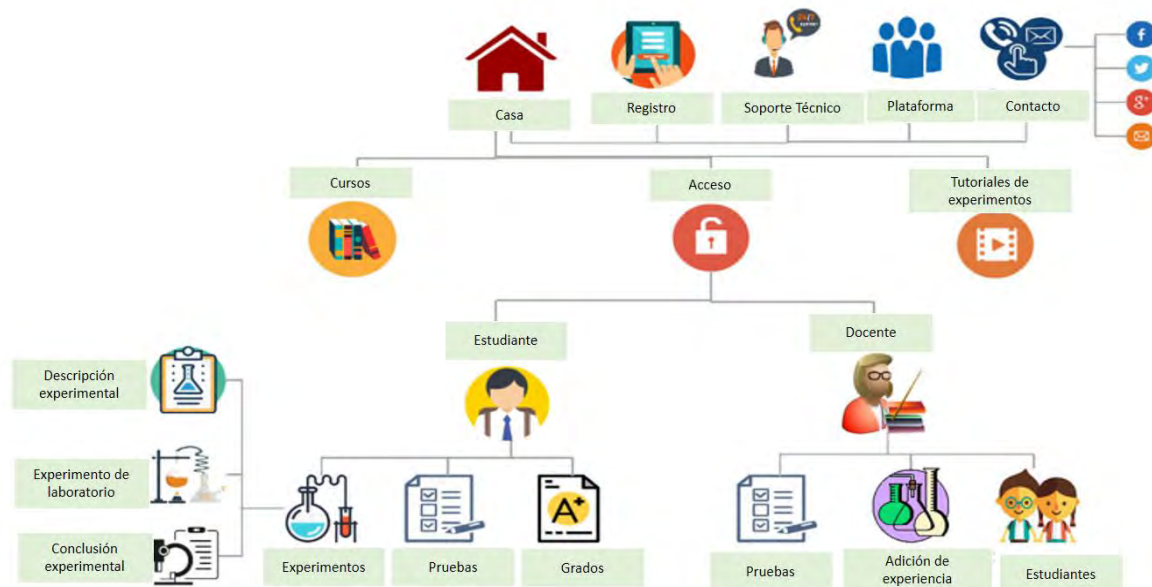
En adición a lo mencionado, la interfaz del laboratorio virtual debe contemplar la presencia de componentes análogos a los de un laboratorio real. Entre los componentes es necesario contar en la primera página con los accesos a subtemas, tutoriales experimentales y soporte técnico que viabilice el uso productivo del

laboratorio virtual. Por otro lado, la complejidad y caracterización de la interfaz para la labor del estudiante debe centrarse en la descripción, en la ejecución de la experiencia de laboratorio y en la conclusión experimental.

Los puntos mencionados, deben dosificarse en la interfaz de la plataforma según grados, pruebas y tipos de experimentos. Por ende, la labor del docente demanda una estructura ideal enmarcada en tener dominio de lo que es manipulado por los estudiantes, incorporando a ello evaluaciones y experiencias (Aljuhani et al., 2018). Para ambos usuarios, docentes y estudiantes, la accesibilidad a este recurso virtual es ajustable a diferentes entornos como los presenciales o virtuales, siempre que se cuente con la red informática. Ver la Figura 6 sobre la ruta procedimental de uso de laboratorios virtuales.

Figura 6

Ruta procedimental de uso de laboratorios virtuales



Nota. Componentes del diagrama de uso de los laboratorios virtuales. Fuente: Aljuhani, et al., 2018.

La interfaz del laboratorio virtual puede contar con un gran potencial al incluir aplicaciones de lectura paso a paso de procedimientos operativos estándar (SOP). Según lo publicado por Austeros et al. (2018), la inclusión de alertas sonoras de sustancias o materiales peligrosos, de audios que mencionen el procedimiento de uso

de cada material o equipo de laboratorio, de señales o animaciones que orienten el traslado de materiales y sustancias para juntarlos o alejarlos suman para dar aplicabilidad y funcionalidad a los laboratorios virtuales, concretando así características como: Interactividad, instantaneidad, innovación, digitalización de la imagen y sonido, diversidad (Alvarez, et al., 2020), que en conjunto garantizan una mejor experiencia de inmersión para los usuarios de un entorno de aprendizaje como el laboratorio virtual.

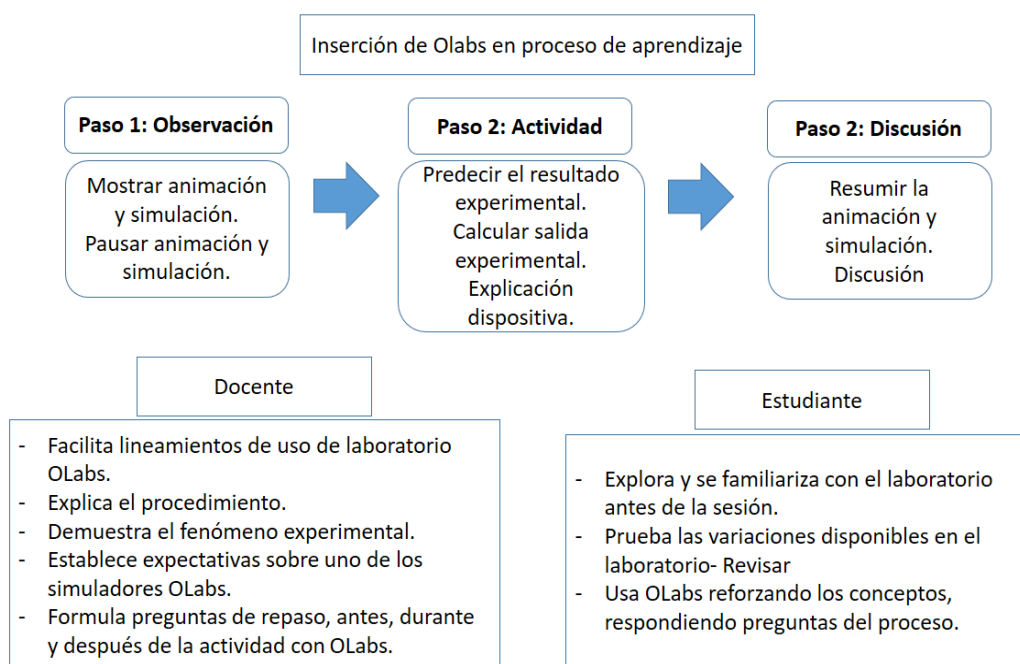
b. Dimensión pedagógica

La principal razón de implementar procesos de aprendizaje con el uso de laboratorios virtuales para adolescentes en el área de CyT se centra en desarrollar competencias científicas, investigativas y comunicativas. Una de las formas de poder concretar este propósito es a través de la implementación del laboratorio virtual OLabs, enfocando un tema en específico, representado en uno de sus simuladores, como el de viscosidad de fluidos usando el método Stocke, que es de interés analítico para el presente estudio.

De acuerdo a la revisión bibliográfica, se optó por seguir la propuesta de inserción de OLabs, sugerida en la Figura 7 sobre la propuesta estratégica de inserción de laboratorio virtual OLabs; en donde se precisa el rol asumido por el docente, facilitando lineamientos de uso de laboratorio OLabs, explicando el procedimiento, demostrando el fenómeno experimental, estableciendo expectativas sobre uno de los simuladores OLabs, formulando preguntas de repaso, antes, durante y después de la actividad con OLabs. Por otro lado, se precisa el rol que debe asumir el estudiante, explorando y familiarizando con el laboratorio antes de la sesión, probando variaciones disponibles en el laboratorio y usando OLabs para reforzar los conceptos (Sasikumar, 2016). Estos roles se evidencian en tres momentos diferenciados, que son la observación, la actividad y la discusión.

Figura 7

Propuesta estratégica de inserción de laboratorio virtual OLABs



Nota. Proceso estratégico de aplicación de laboratorio virtual OLABs. Fuente: OLABs (2023).

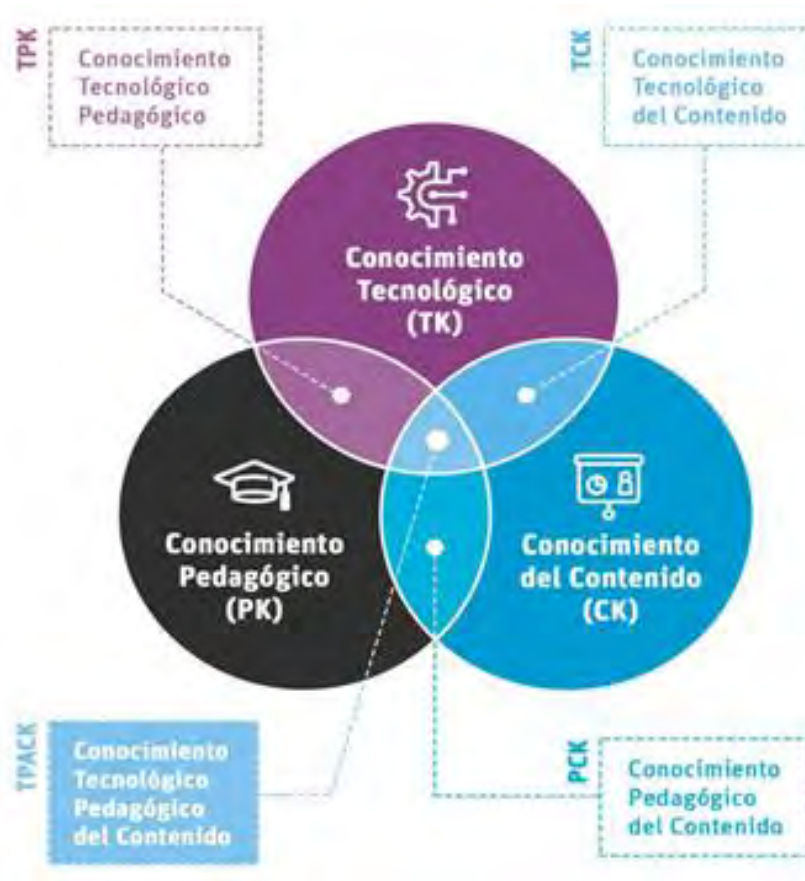
El nuevo enfoque pedagógico de formación de competencias propuesto por el Minedu, demanda desarrollar la capacidad de pensar, de generar ideas y de modificar realidades en diferentes contextos (Minedu, 2012). La implementación e inserción del laboratorio virtual OLABs desarrollado en esta investigación, pretende responder a las demandas actuales del desarrollo sostenible que se asocian a las TIC y apuestan por la formación integral que respeta particularidades e intereses de los estudiantes (CNEB, 2016). Numerosa cantidad de evidencia empírica al respecto, ratifica los beneficios potenciales de incorporar tecnologías digitales, como los laboratorios virtuales OLABs en programas educativos.

Asimismo, notificamos que el diseño de un laboratorio virtual, así como su implementación para el aprendizaje, demanda a los docentes el manejo de tres dominios (dominio de conocimiento tecnológico, dominio de conocimiento pedagógico y el dominio del conocimiento por contenido), los cuales son descritos en el modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge*, abreviado como TPACK (UNIR, 2020). La comprensión de este modelo por parte de los docentes y la integración de sus tres dominios favorecen la adaptación al cambio tecnológico y al trabajo en

función de competencias, que, sumados a los conocimientos pedagógicos, disciplinares y de contenido concretan de modo efectivo la integración de las TIC. Ver la Figura 8 sobre el modelo TPACK.

Figura 8

Modelo TPAK



Nota. Las tres áreas del conocimiento se intersectan para conformar en total siete áreas de conocimiento. Fuente:UNIR, 2020.

El perfeccionamiento docente no debe limitarse solo a comprender los componentes básicos del TPACK.

El docente debe proyectarse a la interacción entre dichos componentes (CK: Conocimiento sobre el contenido de la materia, PK: Conocimiento pedagógico y CT: Conocimiento tecnológico), con otros conocimientos (PCK: Conocimiento Pedagógico del Contenido; TCK: Conocimiento de la utilización de las tecnologías; TPK: Conocimiento pedagógico tecnológico y TPACK: Conocimiento Tecnológico, pedagógico y de contenido). (Cabero et al., 2015, p.11)

Para caracterizar cada componente, se considera pertinente aclarar los conocimientos; para ello, nos apoyamos de y los concretamos del siguiente modo:

El conocimiento tecnológico/Technological Knowledge (TK) es el conocimiento sobre las creencias en tecnología, herramientas, aplicaciones y otros recursos. El conocimiento pedagógico /Pedagogical Knowledge (PK) es el conocimiento sobre las metodologías y los procesos de enseñanza. El conocimiento del contenido/Content Knowledge (CK) es el conocimiento de la materia que debe ser aprendida por los estudiantes. (Roig et al., 2014, p.17).

A la luz de nuestra propuesta de investigación conviene considerarla el rol relevante del dominio docente de los aspectos mencionados.

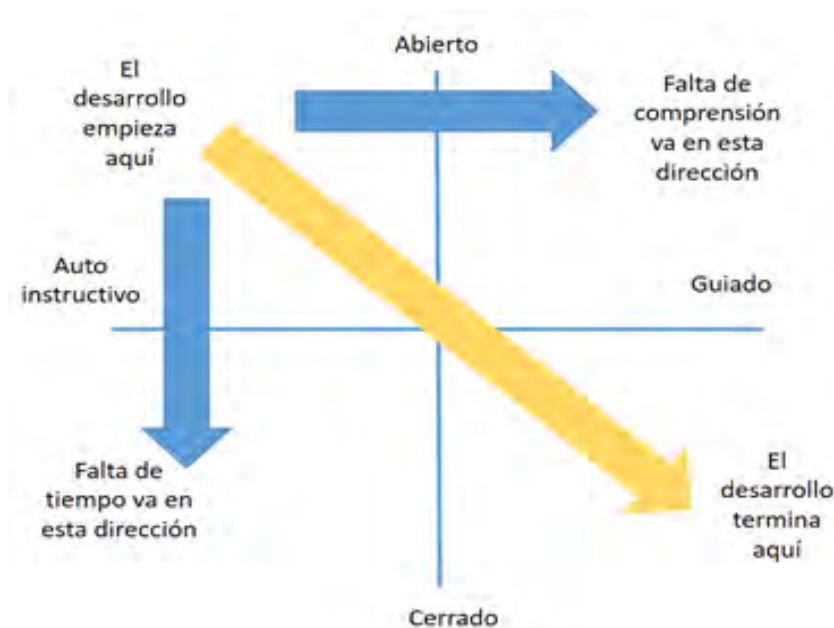
Por lo tanto, integrar los laboratorios virtuales como herramientas tecnológicas al aprendizaje de los estudiantes es un proceso que requiere el compromiso de los docentes para su adaptación en el campo de sus habilidades, además de la reformulación de propios saberes reformulando un espacio de aprendizaje efectivo e integrado.

Entre los conocimientos pedagógicos, los docentes que incorporan laboratorios virtuales a sus sesiones deben tener claridad en cuanto a las actividades que pueden ser trabajadas de forma autónoma por los estudiantes con ayuda de los autoinstructivos y las que pueden ser trabajadas con cierto grado de dependencia. En la Figura 9 sobre direccionalidad pedagógica utilizando laboratorios virtuales, se representa el alcance del acompañamiento pedagógico necesario durante el uso de laboratorios virtuales.

El eje horizontal de la Figura 9 describe la capacidad de los laboratorios virtuales para funcionar según el apoyo de aprendizaje, el laboratorio es totalmente comprensible en sí mismo y guiado por facilidades proporcionadas en la misma interfaz o por el docente para alcanzar la capacidad. El eje vertical describe la capacidad de interacción de los laboratorios virtuales, existe libre interacción dentro de un escenario virtual, y se cierra cuando se presentan limitaciones de opciones interactivas (Wästberg et al., 2018).

Figura 9

Direccionalidad pedagógica utilizando laboratorios virtuales



Nota. El acompañamiento pedagógico durante el uso de laboratorios virtuales converge entre lo que puede explorar el estudiante por sí mismo y la intervención docente. Fuente: Wästberg et al., 2018.

Es necesario seguir investigando sobre las bondades y potencialidades del laboratorio virtual, porque según la materia a desarrollar se pueden identificar posibilidades de aprendizaje. Además, el rol del docente para efectos del enfoque de esta propuesta debe adaptar sus necesidades, orientando el aprendizaje usando los recursos tecnológicos abiertos.

En función a lo mencionado, el docente-asesor tutor debe proporcionar ayuda estratégica en los primeros pasos del aprendizaje en línea, las cuales deben ser reducidas gradualmente, siendo el propósito la autonomía en el proceso de aprendizaje de los adolescentes. Por otro lado, el diseño de recurso tecnológico como el laboratorio virtual debe proporcionar información clara de tal manera que las actividades diseñadas a partir de estos, permitan conseguir el objetivo propuesto. Por ende, la información en un laboratorio virtual debe ser clara para garantizar la significancia del proceso.

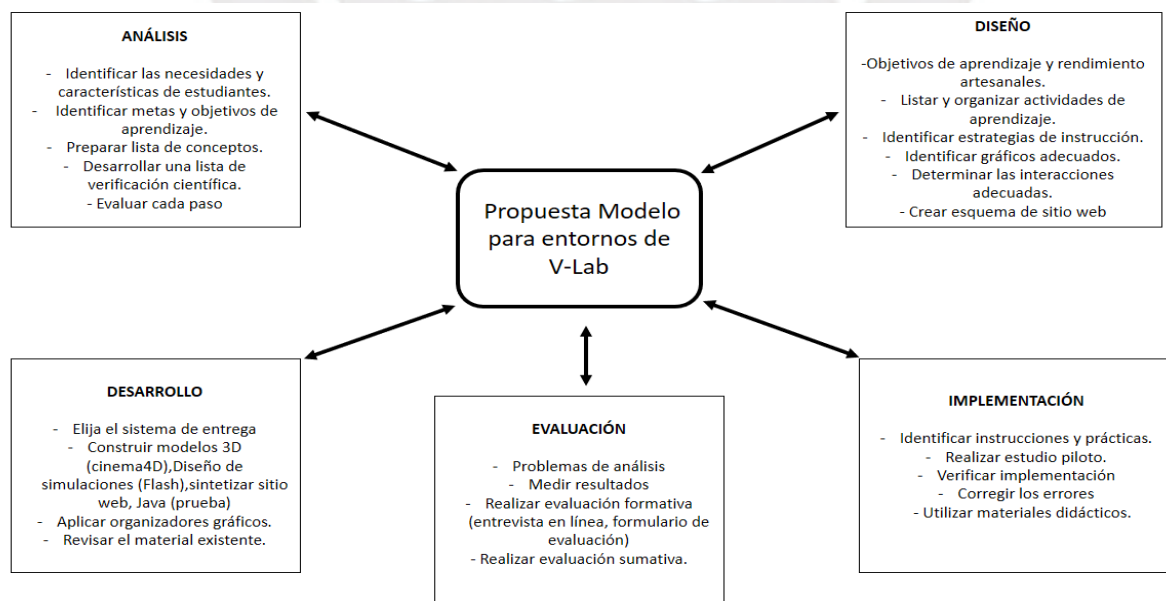
Asimismo, el aprendizaje autodirigido utiliza el aprendizaje colaborativo, que utiliza métodos de aprendizaje que fomentan la colaboración entre los individuos para

aprender, compartir y ampliar la información que cada individuo tiene sobre el tema. De esta forma, puede entenderse como un conjunto de métodos de enseñanza y formación apoyados en las TIC, que favorecen el desarrollo de habilidades individuales y grupales y hacen del alumnado el cuerpo principal en el proceso de enseñanza (Bosco, 2009). En ese sentido, se tienen las mejores expectativas de adaptación curricular frente a la inserción del laboratorio virtual O Labs.

1.2.4. Diseño de laboratorios virtuales

El Laboratorio Virtual proporciona un aprendizaje simulado y estructurado según el Modelo de Diseño Instruccional en etapas de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación (El-Aziz, 2011), conocido también como Modelo ADDIE. Este modelo garantiza a los usuarios realizar actividades de aprendizaje que potencien su conocimiento científico como también sus habilidades relacionadas con el entorno del laboratorio virtual (Astudillo, 2017). Así encontramos que el modelo ADDIE se alinea a la metodología constructivista, favoreciendo a los estudiantes en reconocer sus propios conocimientos y relacionándolos con los conocimientos que se desean activar. En la figura 10 se muestran las fases del Modelo Instruccional ADDIE (Ver figura 10).

Figura 10
Modelo de instrucción propuesto para el entorno V-Lab



Nota. Etapas del Modelo para entornos V-Lab, alineado al diseño instruccional que incorpora un proceso interactivo. Fuente: Astudillo, 2017.

1.3. Laboratorios virtuales para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La tecnología viene modificando los estilos de vida humana, en los diferentes aspectos en los que el ser humano se desenvuelve, entre los cuales destacamos el campo de la educación. Seguidamente se desarrollan aspectos de relación entre la TIC y la enseñanza de materias de ciencias.

1.3.1. Incorporación de la Tecnología de Información y Comunicación en la enseñanza de las ciencias

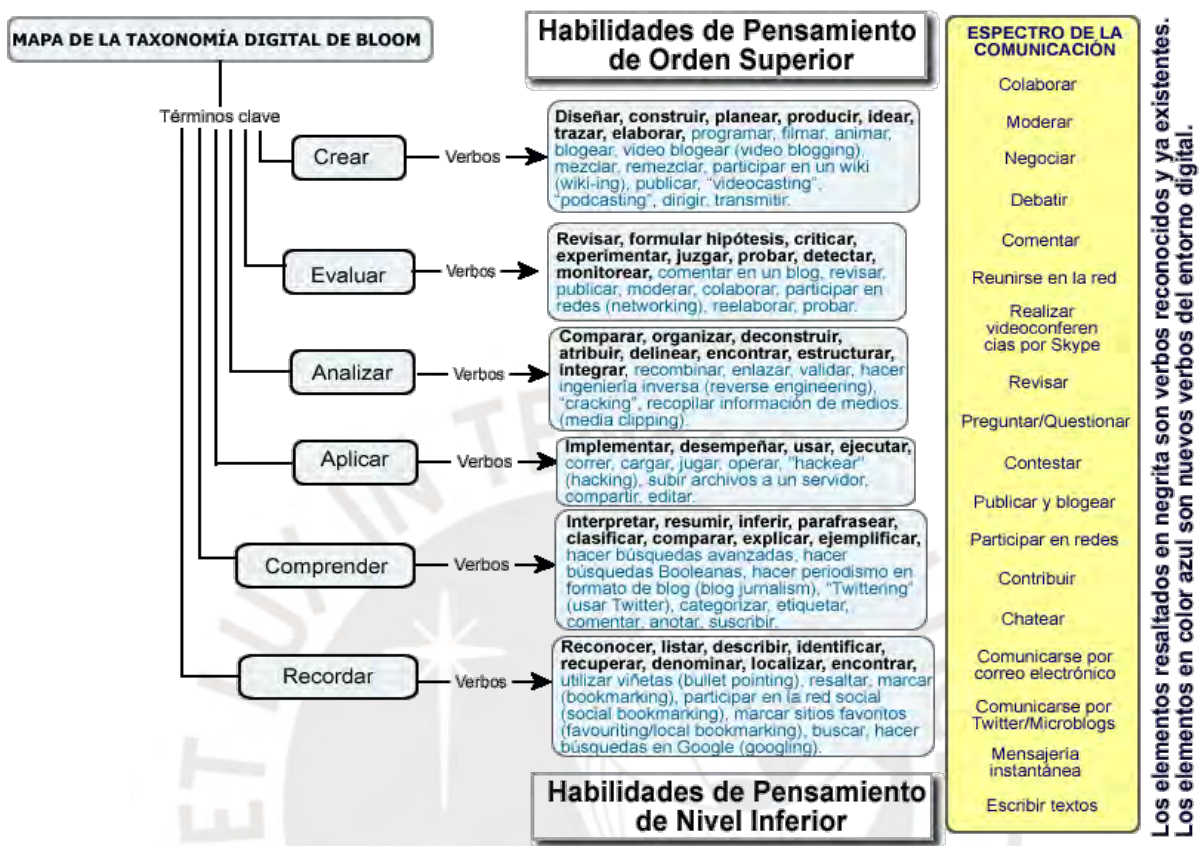
Los laboratorios virtuales, son un ejemplo de lo anteriormente mencionado. Mantiene un espacio virtual interactivo que combina la tecnología, la pedagogía y los recursos humanos para realizar actividades de práctica científica, adaptándose a las necesidades de estudiantes y profesores en un entorno de aprendizaje virtual (Lestari et al. , 2023). Así, destaca el enfoque de aprendizaje activo, donde la persona en formación es el centro del proceso educativo y es capaz de actuar aplicando los diferentes niveles cognitivos a través de las habilidades científicas básicas, intermedias o avanzadas que contribuyen en la formación del pensamiento en orden superior.

De manera que, es necesario identificar el conjunto de actividades propuestas a través de los recursos tecnológicos que impulsan el desarrollo de pensamiento categorizado de la forma presentada por la Taxonomía Digital de Bloom, la cual se ordena secuencialmente desde el recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear (Cuenca, 2021). En la figura 11 se muestran el conjunto de actividades digitales que se desarrolla en cada etapa de la taxonomía (Ver figura 11).

Contrastando la aplicabilidad del laboratorio virtual con las habilidades de la Taxonomía Digital de Bloom, se colige que se potencian las habilidades desde el orden inferior hasta el superior, por el conjunto de subactividades que se proponen por cada una de las habilidades.

Figura 11

Taxonomía Digital de Bloom



Nota. Habilidades digitales presentes en la taxonomía de Bloom. Fuente: UNIR (2020).

1.3.2. Laboratorios virtuales como estrategias educativas

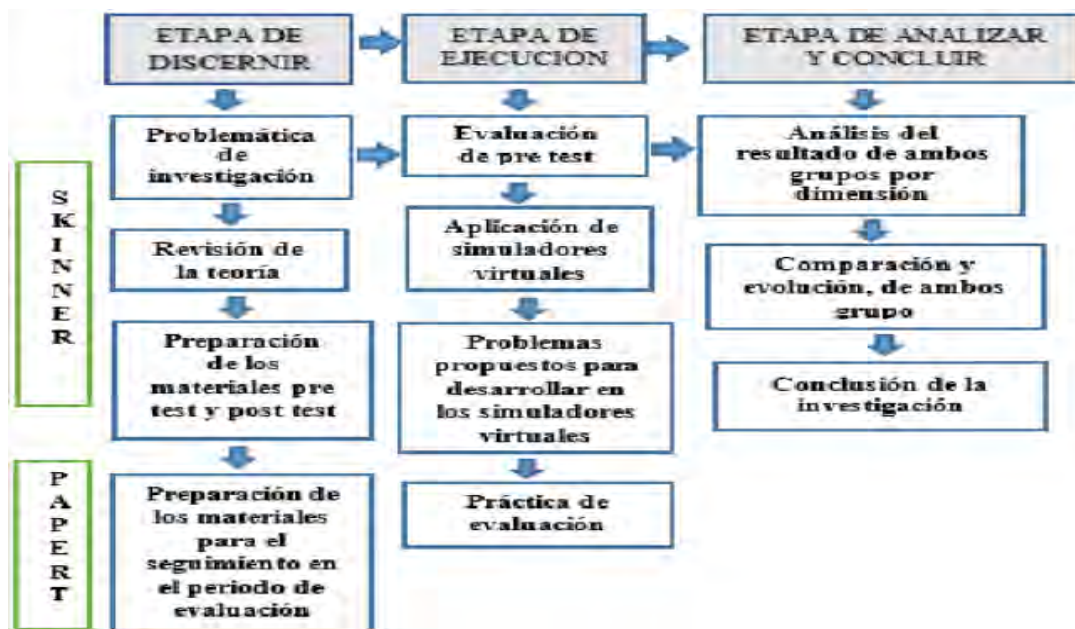
El uso de laboratorios virtuales con temática de ciencias en sus simuladores, tienen como objetivo optimizar la enseñanza y el aprendizaje procurando hacer comprensible la variedad de principios o leyes físicas, biológicas o químicas. Promoviendo constantemente la independencia en su utilización y estimulando capacidades de asimilación, razonamiento, lograr innovación y éxito en los desafíos educativos.

En consecuencia, podemos relacionar la corriente de aprendizaje constructivista con la praxis de uso de laboratorio virtual, donde es el estudiante quien asume el protagonismo en el proceso de aprendizaje (Angulo, 2012). Además, el conductismo se manifiesta cuando el estudiante responde a una motivación (Trujillo et al., 2019).

En la figura 12 se muestra como en la secuencia de ordenamiento del uso educativo del simulador confluyen el constructivismo de Skinner y el conductismo de Papert (Ver figura 12).

Figura 12

Representación Metodológica del uso de simulador virtual



Nota. Constructivismo y conductismo en el proceso de implementación educativa con simuladores virtuales. Fuente: Trujillo, 2019.

En la red informática existen una variedad de laboratorios virtuales de física, entre los que se encuentra Online labs, recurso que se usa para el presente estudio, esta plataforma internacional cuenta con simuladores interactivos de física que permiten realizar estudios de dinámica, cinemática, circuitos eléctricos, termodinámica, experimentos de ondas sonoras y lumínicas. El uso de estos simuladores se centra en el enfoque pedagógico “Aprendo haciendo”, del Aprendizaje Basado en Actividad (ABA), en el cual el estudiante participa física y activamente motivado e inducido a realizar su propia investigación, guiada por el docente (Nedungadi et al., 2013).

Por tanto, el empleo de laboratorios virtuales y sus simuladores se adecuan al “Aprendizaje Basado en Actividad”, por contemplar dentro de sus procesos de

enseñanza aprendizaje basado en actividades, la lectura, la escritura, la discusión, las actividades prácticas propuestas por el simulador, la participación en la resolución de problemas, el análisis de resultados, la síntesis y la evaluación (Bernard, 2013). De este modo, la práctica educativa en desarrollo se conduce con el método por descubrimiento, en la que el profesor adopta el papel de orientador y el alumno se convierte en el agente principal de su propio proceso de aprendizaje mediante la realización de un conjunto de tareas estructuradas.

1.3.3. Software de laboratorios virtuales

El mecanismo de funcionamiento del laboratorio virtual se basa en la construcción de un software informático con la capacidad de ordenar operaciones matemáticas que garanticen las características de interacción, animación, retroalimentación dinámica y exploración, a partir de la integración de texto, animación, sonido y video (Puji, 2023). En tal sentido, presentamos algunos ejemplos de software adecuados al laboratorio virtual:

1. Software Cocodrilo: Es una herramienta virtual que realiza modelaciones y simulaciones en materias de física y química (Conde et al. , 2019). Los experimentos propuestos por el software son adaptables para grupos etarios de 10 a 18 años.
2. Software Phet: Es una herramienta virtual que contiene simuladores de aprendizaje de física, biología y química con propuestas de análisis de fenómenos reales utilizando métodos interactivos y constructivistas (Haryadi et al., 2019)
3. Software OLABs: Es una herramienta virtual basada en simulaciones de Física, Química, Biología, Matemática, Lenguaje, Computación, Ciencias Sociales y otros. Cada laboratorio virtual cuenta con teoría, manual, simulaciones interactivas, animaciones, vídeos de laboratorio, preguntas de evaluación y referencias (Nedungadi, 2017).
4. Software Scilab: Es un software abierto, puede ser instalado gratuitamente en cualquier computadora. (Zoltan, 2015)
5. Matlab: Es una plataforma de programación diseñada específicamente para el análisis y diseño de productos como laboratorios virtuales.

CAPÍTULO II

DESARROLLO DE HABILIDADES DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA MEDIANTE EL USO DE LABORATORIOS VIRTUALES EN LA EBR DEL CUARTO GRADO DEL NIVEL SECUNDARIA

La enseñanza de las ciencias utiliza, principalmente, el método de indagación científica para propiciar la intervención continua de adolescentes estudiantes, quienes articulan los conocimientos adquiridos con anterioridad con los que disponen recientemente para proponer soluciones a problemáticas sociales a través del análisis de fenómenos naturales, de la formulación de preguntas, de la realización de predicciones y del diseño de experiencias para la comprobación de sus propias explicaciones (Marwa et al., 2019). De esta forma, el método de investigación fortalece el conjunto de habilidades científicas.

En tal sentido, el segundo capítulo expone los conceptos teóricos sobre las habilidades, las competencias indagatorias y los desempeños que se gestionan desde el currículo para potenciar la criticidad en estudiantes adolescentes (CNEB, 2016). Asimismo, se explica y profundiza sobre la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos”. Adicionalmente, comparamos mediciones nacionales e internacionales de logro, con la finalidad de identificar dificultades de aprendizaje en la enseñanza de la Ciencia, que puedan atenderse con la propuesta de inserción de laboratorios virtuales como O Labs en el proceso de aprendizaje.

2.1. Mirada Internacional PISA

2.1.1. Capacidades indagatorias

Según Minedu (2018), la última evaluación de PISA 2018 reporta para los participantes de nacionalidad peruana:

El 54,5 % está debajo del nivel 2, el 29,0 % en el nivel 2, quienes analizan e identifican circunstancias que necesitan una inferencia directa, el 13,2 % se posicionó en el nivel 3, quienes llevan a cabo procesos claramente descritos y toman decisiones sobre la secuencia a seguir, además de realizar interpretaciones que respaldan la creación de un modelo sencillo o la elección de estrategias para solucionar problemas simples, el 3,1 % se ubica en el nivel 4. estos estudiantes muestran eficacia para el trabajo con modelos explícitos

en situaciones concretas y complejas, el 0,2 % alcanzó el nivel 5, por su habilidad para emplear conceptos o ideas científicas y abstractas para aclarar fenómenos desconocidos y procesos complejos que conllevan varias relaciones causales. (p.78-79).

Estos resultados denotan un aprendizaje débil con relación al desarrollo de habilidades indagatorias que deben atenderse según las diferentes aristas educativas, como el comprender la naturaleza de las capacidades científicas para proponer alternativas de mejora pedagógica. Los laboratorios virtuales OLABS pueden atender esta necesidad a través de las secuencias de aprendizaje de materias como C y T para la etapa secundaria. A continuación, las capacidades científicas de interés para la evaluación PISA serán descritas, según Caño et al., 2017, con la finalidad de alinearlas al contexto del Currículo Nacional, canalizar y sustentar la pertinencia de estrategias con laboratorios virtuales.

a. Explicar fenómenos científicamente

Esta habilidad integra la capacidad de describir o interpretar fenómenos y predecir posibles cambios. Además, es importante porque se reconocen o identifican explicaciones y proyecciones adecuadas. También, implica evaluar, explicar, recordar, identificar, usar, construir modelos explicativos y presentar evidencia científica adecuada, hacer predicciones razonables, proporcionar hipótesis explicativas, así como justificaciones, aclarar las posibles consecuencias del saber científico para la sociedad.

b. Evaluar y diseñar la investigación científica

La capacidad de evaluar y diseñar requiere el conocimiento del método científico, tales como la capacidad para valorar la calidad de la información obtenida. Esto incluye la capacidad de discernir si una investigación está impulsada por suposiciones teóricas subyacentes o si está diseñada para identificar patrones reconocibles. También, es necesario describir, evaluar la investigación científica y sugerir formas de responder preguntas científicas, en términos de habilidades, para identificar los problemas que se analizan en un estudio científico particular; diferenciando preguntas que pueden investigarse

científicamente; sugiriendo métodos para investigar una pregunta científica; evaluando alternativas para investigar cuestiones científicas. Una descripción y evaluación de los diversos métodos que utilizan los científicos para garantizar la confiabilidad de sus datos.

c. Interpretar datos y pruebas científicas

Una persona con competencia científica debe tener la habilidad de interpretar y entender las diversas maneras en que se muestran los datos científicos, así como reconocer la evidencia empleada para realizar declaraciones y derivar conclusiones. Debe tener la habilidad de detectar vínculos lógicos o incorrectos, como también, analizar, interpretar datos, sacar conclusiones apropiadas; diferenciando entre evidencia científica y argumentos basados en teorías.

2.1.2. Competencias indagatorias

Para ser competente científicamente, los evaluadores de PISA consideran indispensable mantener la interrelación entre las capacidades científicas y las dimensiones de conocimiento, actitud y contextual. La dimensión contextual como se señala en la Figura 11 involucra situaciones reales que rodean al estudiante a nivel local, global y personal (Muñoz et al., 2015). Esta interrelación se hace notar en la Figura 13 sobre la estructura básica de las dimensiones evaluadas por los ítems PISA de Ciencias 2015, en la cual se observa con claridad cómo los ítems de la prueba PISA se circunscriben en todas las dimensiones antes referidas.

Figura 13

Estructura básica de las dimensiones evaluadas por los ítems PISA de ciencias 2015



Nota. El esquema evidencia la interrelación del conocimiento, con las capacidades, el contexto y las diferentes áreas en la prueba PISA. Fuente: Muñoz y Charro (2017).

En este sentido, resulta interesante la propuesta de Muñoz y Charro (2017), pues relacionándola con los resultados de la última prueba PISA, se hace evidente que los resultados nacionales se encuentran en proceso para las capacidades indagatorias de: Describir fenómenos de manera científica, examinar y estructurar proyectos de investigación e interpretar los datos y resultados empíricos. En paralelo a lo explicado, es pertinente mencionar a Bloom y a la clasificación de capacidades de orden inferior y superior que siguen el lineamiento de las capacidades indagatorias presentadas por el CNEB.

2.1.3. Competencias y capacidades indagatorias en Taxonomía de Bloom

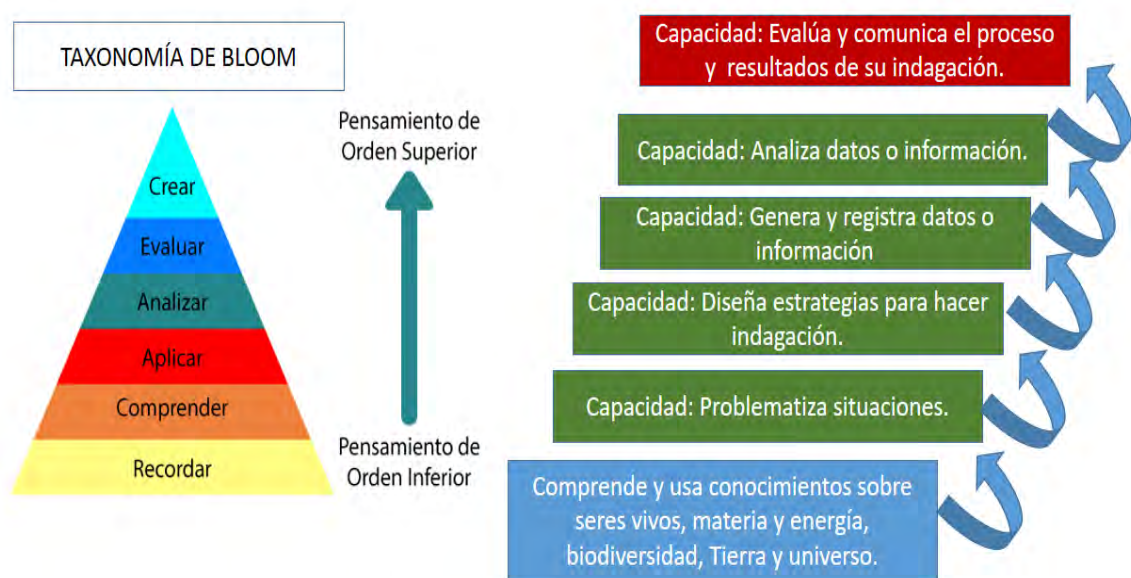
La facilitación cognitiva en el proceso de aprendizaje requiere de una evaluación metodológica por parte de los docentes. Por eso, referimos a la taxonomía de Bloom,

que consta de dos niveles de procesos de pensamiento: habilidades de pensamiento de orden inferior (LOTS) y de orden superior (HOTS) expresadas a través del análisis, la síntesis y la evaluación (Cuenca, 2021).

Contrastando las habilidades mencionadas en la taxonomía de Bloom, con las mencionadas por el Currículo Nacional, observamos algunos lineamientos que se conducen en forma paralela entre ellas, ver Figura 14.

Figura 14

Taxonomía de Bloom



Nota. Relación de capacidades de la EBR con las habilidades de la taxonomía de Bloom. Fuente: Ames (2023)

En la taxonomía de Bloom, la habilidad básica es el recordar, la cual corresponde a la habilidad de pensamiento de orden inferior; las subhabilidades implícitas en este primer nivel son el reconocer, listar, describir, identificar, recuperar, denominar, localizar y encontrar, le sigue la habilidad de comprender, esta habilidad es análoga con la capacidad “Comprende y usa conocimientos sobre seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y Universo” del Currículo Nacional, evidenciando subhabilidades como interpretar, resumir, inferir, parafrasear, clasificar, comparar, explicar y ejemplificar.

La habilidad posterior en la pirámide de Bloom es la habilidad de aplicar, la cual se hace análoga a la capacidad de “Problematizar situaciones” del Currículo Nacional, en la cual se comprenden subhabilidades como implementar, desempeñar, usar y ejecutar. Luego, continúa en la pirámide de Bloom, la habilidad de analizar, la cual se hace análoga a la capacidad de “Diseña estrategias para hacer indagación” y “Genera y registra datos o información” y “Analiza datos o información” del CNEB, desarrollándose subhabilidades como el comparar, el organizar, el deconstruir, el atribuir, el delinear, el encontrar, el estructurar y el integrar.

Después continúa en la pirámide la habilidad de evaluar, la cual coincide análogamente con la capacidad de “Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación”, del Currículo Nacional, en el cual se encuentran subhabilidades como revisar, formular hipótesis, criticar, experimentar, juzgar, probar, detectar y monitorear. Finalmente, en la pirámide de Bloom, se encuentra la habilidad más compleja, la habilidad de procesos cognitivos superiores, que consiste en crear con habilidad (Ames,2023). Crear es la habilidad más compleja en comparación con las otras mencionadas, esto supone que, para llegar a esta habilidad mayor, se tiene que haber pasado y dominado todas las anteriores.

Asimismo, la pirámide taxonómica de Bloom puede articularse con habilidades digitales, como se describió en la Figura 14, el esquema presentado es útil para el tema de investigación porque incluiremos el manejo de laboratorio virtual OLABs, manejo que puede proponer y evidenciar el proceso de las subhabilidades, correspondientes a las habilidades referidas por Bloom. En tal sentido, se puede inferir que de forma general el trabajo con los laboratorios virtuales tiene repercusión en la activación de las habilidades científicas; para el presente estudio focalizamos las habilidades de comprensión, aplicación, análisis y evaluación de Bloom.

Para comprender la relación de capacidades indagatorias entre los estamentos que interesan como evaluación PISA, Taxonomía de Bloom y capacidades de EBR (Minedu) se presenta la Figura 15 sobre la equivalencia de capacidades de indagación científica, en la cual puede apreciarse que las habilidades científicas a evaluar, tanto con el desarrollo de laboratorio presencial como el laboratorio virtual OLABs están marcadas en cursiva y serán notorias con la aplicación del instrumento

de evaluación que hace seguimiento específico a la capacidad indagatoria de “Problematizar situaciones”. En tal sentido, se puede inferir que, de forma general, el trabajo con laboratorios virtuales puede tener repercusión en la activación de todas las habilidades de la Tabla 9 sobre equivalencia de capacidades de indagación científica; sin embargo, para el presente estudio focalizamos las habilidades de comprensión, aplicación, análisis y evaluación de Bloom y sus análogos de capacidades de PISA y MINEDU.

Figura 15

Equivalencia de capacidades de indagación científica.

Capacidades de PISA	Capacidades de Bloom	Capacidades de EBR (MINEDU)	Habilidades indagatorias (Pai, 2020)	Habilidades científicas relacionadas con las capacidades
Evaluar investigaciones científicas.	Crear Evaluar	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.	Habilidad indagatoria de la explicación	Revisar, formular hipótesis, criticar, experimentar, juzgar, probar, detectar, monitorear.
Interpretar científicamente datos y evidencias.	Analizar	Analiza datos e información. Genera y registra datos e información.	Habilidad indagatoria de Análisis	Comparar, organizar, deconstruir, atribuir, delinear, encontrar, estructurar, integrar.
Diseñar investigaciones científicas.	Aplicar	Diseña estrategias para hacer indagación. Problematiza situaciones.	Habilidad indagatoria de la experimentación	Implementar, desempeñar, usar ejecutar.
Explicar fenómenos científicamente,	Comprender	Comprende y usa conocimientos sobre seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y Universo.	Habilidad indagatoria de cuestionamiento	Interpretar, resumir, inferir, parafrasear, clasificar, comparar, explicar, ejemplificar.
	Recordar			

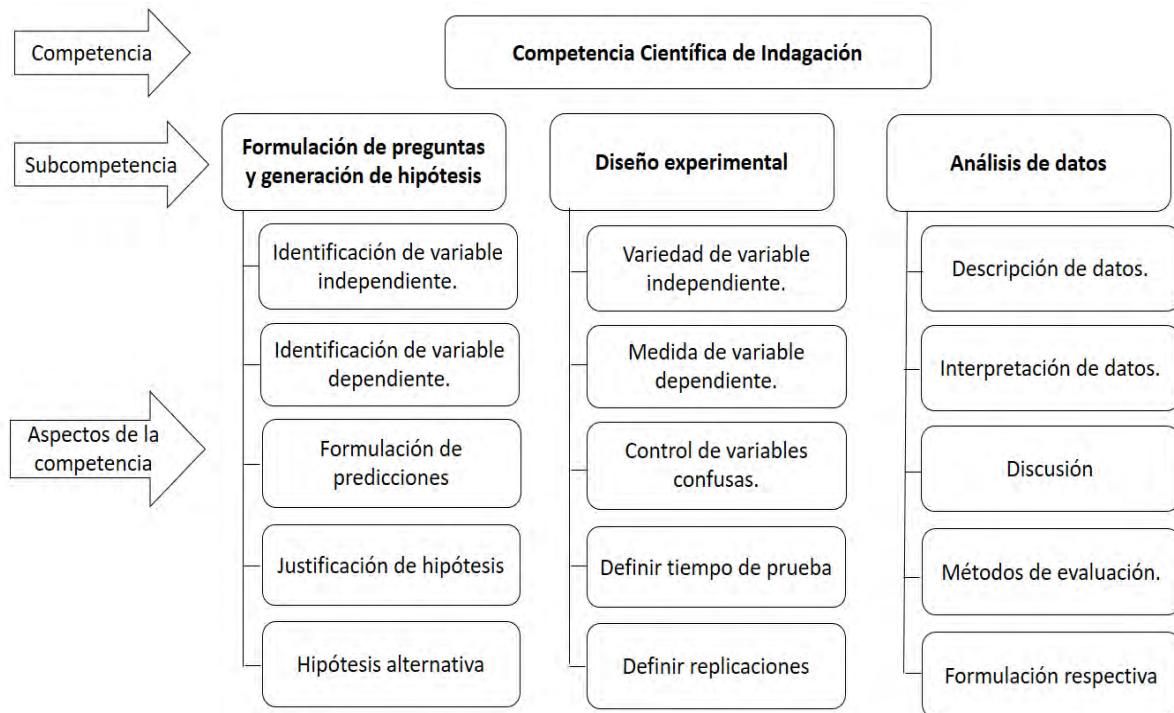
Nota. Capacidades indagatorias de interés para la prueba PISA, MINEDU, taxonomía de Bloom y otros autores.

A continuación, se observan tres dimensiones, la competencia de indagación científica, las subcompetencias y aspectos de las competencias que deben

comprenderse bien para tomar decisiones oportunas al momento de evaluar y analizar los resultados del proceso de aprendizaje indagatorio.

Figura 16

Visión general de competencias, subcompetencias y aspectos de competencias



Nota. Se mencionan las competencias científicas y sus respectivos aspectos. Fuente: Arnold (2018).

Arnold et al. (2018) refieren lo siguiente para cada subcompetencia:

a. Formulación de preguntas y generación de hipótesis

El desarrollo de esta competencia involucra la capacidad de resolver problemas en torno a fenómenos del mundo real, para lo cual se utilizan métodos científicos que impliquen observar, comparar y experimentar que se respaldan en aspectos cognitivos como el comprender, conducir y evaluar críticamente experiencias científicas. Es preciso entender que el proceso científico de resolución de problemas no tiene un orden lineal, por lo que, si pretendemos medir la competencia, se debe identificar un conjunto específico de procedimientos experimentales que deben dominarse, que también será evaluado. Ver la Figura 16 sobre la revisión de la bibliografía que sugiere tres subcompetencias con respecto a los aspectos cognitivos

de la indagación, los cuales permitirán dominar competentemente una tarea experimental.

Figura 17

Los estudiantes formulan preguntas científicas y generan hipótesis comprobables

- 1 La consulta sobre un fenómeno y problema.
- 2 Surgen preguntas sobre el problema y los estudiantes deben tener la capacidad de formular el problema y/o generar preguntas de investigación..
- 3 Las preguntas que abordan la experimentación sobre relaciones causales deben considerar la relación entre variables dependientes e independientes.
- 4 Para responder a una pregunta científica, se debe generar hipótesis comprobables.
- 5 Para hipótesis comprobables, uno debe identificar o nombrar las variables independientes y las variables dependientes.
- 6 Las variables deben formularse como una predicción del resultado de un experimento.
- 7 Estas hipótesis o predicciones deben basarse en conocimientos, analogías, teorías o principios y, por lo tanto, justificados.

Nota. Se mencionan los procedimientos para alcanzar indagaciones potenciadas.
Fuente: Arnold (2018)

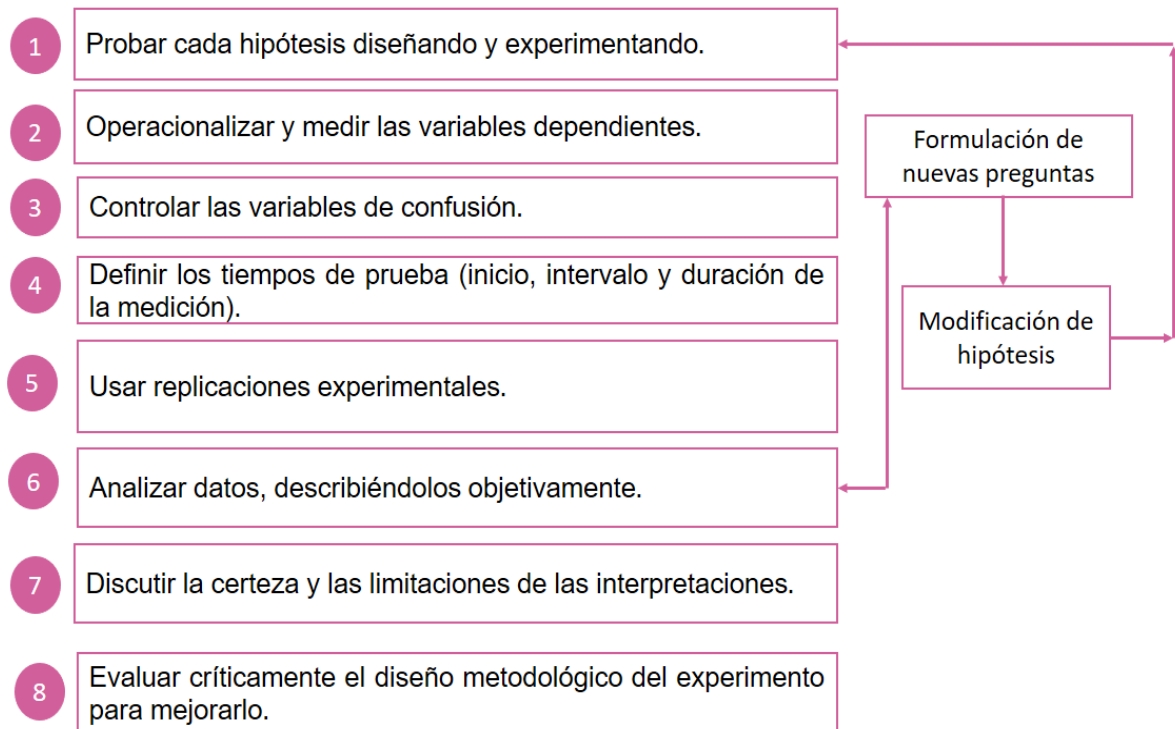
b. Diseño experimental y análisis de datos

Determinadas las hipótesis y las variables de la situación problema, se deben concretar un conjunto de pasos que evidencien la capacidad de diseñar la experiencia como también de analizar los datos. La secuencialidad empieza con probar cada hipótesis diseñando y experimentando, operacionalizando y midiendo las variables, controlando las variables, definiendo los tiempos de prueba, usando replicaciones experimentales, analizando datos y describiéndolos objetivamente, discutiendo la certeza y las limitaciones de las interpretaciones y, finalmente, evaluando y criticando el diseño metodológico del experimento para mejorarlo. Ver la Figura 17. Los estudiantes deben ser capaces de diseñar el experimento y analizar la información obtenida. Cuando se aborde la etapa de análisis de datos, se puede redireccionar en

una nueva formulación de preguntas como también la modificación de hipótesis, para la reestructuración completa.

Figura 18

Los estudiantes diseñan el experimento y analizan los datos



Nota. Se mencionan los procedimientos para diseñar y analizar experiencias de la competencia indaga. Fuente: Arnold (2018).

El normal procesamiento de la competencia científica con la totalidad de los pasos establecidos en los esquemas revisados anteriormente han presentado dificultades al aplicarla a los estudiantes, como evidencia de ello: la mayoría de los estudiantes de 10º grado de USA no logra formular preguntas con una relación cuantitativa de variables (Hofstein et al., 2005). Como consecuencia, los estudiantes sin experiencia en el desarrollo de la competencia exhiben dificultades para generar preguntas científicas. Otra dificultad notoria al momento de generar preguntas científicas es que los estudiantes focalizan varios factores, lo cual conduce confusamente los experimentos (Kuhn et al., 2005).

Por otro lado, en cuanto a la capacidad de “generar hipótesis” señalan que los estudiantes “pueden no saber, que una hipótesis debería parecerse” (Jong et al., 1998), y que deberían ser una descripción de la relación de variables. Otra

dificultad común, es que los estudiantes perciben a la hipótesis como una declaración que necesita confirmación, cuando debería ser considerada como una predicción que requiere ser comprobada, confundiendo asimismo la formulación de hipótesis alternativas (Klahr, 1993). Esta última dificultad, se evidencia cuando el estudiante mantiene la hipótesis de origen, a pesar de contar con datos teóricos contradictorios.

Así mismo, la investigación identifica dificultades cuando los estudiantes diseñan y realizan la experiencia, esto debido a que con frecuencia se considera solo una variable y no la comunicación entre las variables que se exploran en la experiencia (Schauble et al., 1995). Como consecuencia de lo mencionado, se puede inferir también la dificultad al momento de operacionalizar las variables tanto independiente como dependiente y la poca comprensión de la repetitividad del ensayo experimental que, finalmente, arrastra la dificultad del análisis de datos y la extracción de conclusiones.

Frente a las dificultades reportadas anteriormente, es importante destacar que los estudiantes más experimentados evidencian tener menores dificultades, quedando como dificultades permanentes la formulación precisa de hipótesis, la identificación y la definición de variables dependientes e independientes. En cuanto al diseño experimental, los estudiantes presentan debilidades, como no poder controlar adecuadamente las variables. En ese sentido, el presente estudio se direcciona en atender la problemática relacionada con la formulación de preguntas e hipótesis indagatorias.

2.2. Mirada Nacional con el Currículo Nacional de Educación Básica Regular

2.2.1. Conceptualización general

a. Competencia

Las demandas actuales del sistema educativo exigen una educación con calidad y equidad en el mundo laboral y globalizado. Así, conviene revisar el perfil del estudiante egresado de la EBR y, según sus lineamientos, cotejar y medir los logros alcanzados según el área de interés, que en este caso corresponde al área de C y T.

Consecuentemente, se generan aportes significativos con respecto a los siguientes aspectos del perfil del estudiante egresado de la EBR (Minedu, 2016):

El estudiante lleva una vida activa y saludable para su bienestar, se encarga de su cuerpo e interactúa con respeto en la realización de diversas actividades físicas diarias y deportivas. Además, el alumno explora y entiende el mundo natural y artificial mediante el uso de saberes científicos. En diálogo con saberes locales para mejorar la calidad de vida y cuidando la naturaleza. (p.14)

El logro de dichos aspectos del perfil del estudiante egresado puede verse favorecido con la propuesta de inserción de laboratorios virtuales en los procesos de aprendizaje que se relacionan con las habilidades y competencias científicas que son objetivos del tema de investigación.

De lo que inferimos, que, para lograr una competencia, el estudiante debe actuar integralmente frente a situaciones problemáticas del contexto. Por lo expuesto, resaltamos en el estudiante con manejo de competencias, la característica movilizante de la información específica en contextos diferenciados, que le permiten activar un conjunto de capacidades. Así, por ejemplo, si un estudiante conoce y domina la ley de Stokes; pero cuando enfrenta una situación real al respecto, no puede resolverlo; entonces, ello significa que no es competente; por el contrario, si logra resolver la situación movilizando sus saberes y dominio de capacidades frente a un propósito específico, entonces será competente. En consecuencia, debido a la relación entre competencia y capacidad, se procederá a conceptualizar la capacidad, evocando para ello a algunos autores que se presentan en los siguientes párrafos.

b. Capacidad

El Minedu (2017) define a la capacidad como un conjunto de recursos, tales como conocimientos, habilidades y actitudes que el estudiante desarrolla para actuar competentemente frente a una situación particular. Se debe enfatizar que el logro de una competencia involucra el desarrollo de todas sus capacidades, mas no el desarrollo parcial de las mismas, sin embargo, estas deben ser trabajadas de forma dosificada y pausada, monitoreando la comprensión de cada capacidad para poder pasar a la siguiente. Por tal razón, la interrelación entre los procesos cognitivos y

socioafectivos son de vital importancia para que la persona pueda desenvolverse y desempeñarse integralmente.

Por tanto, para efectos del tema de investigación se concluye que la capacidad es el manejo de conocimientos, habilidades y actitudes indagatorias que sirven al estudiante para enfrentar las dificultades reales con matiz científico que lo conducen a concretar aspectos del perfil de egresado con mejores condiciones que se logran evidenciar con los desempeños preestablecidos. (Ferreyra y Peretti, 2010; Estévez y Robles, 2013; Minedu, 2016; Bizarro, Sucari y Quispe-Coaquira, 2019) Así, corresponde en lo posterior, definir y comprender la naturaleza de los desempeños.

c. Desempeño

El desempeño dentro del proceso de aprendizaje es un objetivo que sirve como indicador de logro y puede cuantificarse. Es decir, los desempeños son acciones o directrices concretas que llevan a cabo los alumnos para potenciar sus habilidades y, en consecuencia, lograr las competencias (Minedu, 2016).

Por tanto, es preciso notar que los estudiantes, evidencian mejoras de sus capacidades, cuando ejecutan actividades específicas, como desempeños que permitan alcanzar los propósitos de aprendizaje.

2.2.2. Estándares de la competencia indagatoria

El CNEB asume estándares para realizar el seguimiento y evaluación del desarrollo de las competencias desde la menos compleja hasta la más compleja (Minedu, 2016). En la figura 19 se observa el estándar de interés para evaluar grupos de adolescentes del VII ciclo.

Figura 19

Parámetros educativos de la competencia “Indaga”

Nivel	Descripción de los niveles del desarrollo de la competencia
Nivel destacado	Indaga a partir de preguntas sobre una situación y argumenta la influencia de las variables, formula una o más hipótesis con base a conocimientos científicos y observaciones previas. Elabora el plan de indagación con base en principios científicos y los objetivos planteados. Realiza mediciones y comparaciones sistemáticas que evidencian el comportamiento de las variables. Analiza tendencias y relaciones en los datos tomando en cuenta la teoría de errores, reproducibilidad y representatividad de la muestra, los interpreta con principios científicos y formula conclusiones. Evalúa la fiabilidad de los métodos y las interpretaciones. Argumenta sus conclusiones basadas en sus resultados y conocimiento científico. A partir de sus resultados formula nuevos cuestionarios y evalúa el grado de satisfacción que da la respuesta a la pregunta de indagación.
Nivel esperado al final del ciclo VII (3°, 4° y 5°)	Indaga a partir de preguntas y plantea hipótesis con base en conocimientos científicos y observaciones previas. Elabora el plan de observaciones o experimentos y los argumenta utilizando principios científicos y los objetivos planteados. Realiza mediciones y comparaciones que evidencian la acción de diversos tipos de variables. Analiza tendencias y relaciones en los datos tomando en cuenta el error y reproducibilidad, los interpreta con base en conocimientos científicos y formula conclusiones, las argumenta apoyándose en sus resultados e información confiable. Evalúa la fiabilidad de los métodos y las interpretaciones de los resultados de su indagación.

Nota. Descripción del estándar de la competencia indaga correspondiente a estudiantes de cuarto de secundaria del VII ciclo. Además, se describe el estándar destacado para el mismo ciclo. Fuente: CNEBR (2016).

2.2.3. Competencias y Capacidades indagatorias

El área de C y T tiene como finalidad potenciar competencias y capacidades que garanticen a los futuros ciudadanos de una sociedad compleja, contar con facultades óptimas de búsqueda de información confiable, cuestionamiento, sistematización, análisis y de explicación de la información.

El desarrollo del conjunto de facultades indagatorias permitirá conducir a una toma de decisiones responsable. En la figura 19 se observan las capacidades que conducen al logro de la competencia indagatoria, asimismo se encuentran los desempeños necesarios que deberán evidenciarse para cotejar el logro de la competencia.

Figura 20

Capacidades y desempeños de la competencia “Indaga”

Competencia	Capacidades	Desempeños
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos	Problematiza situaciones	Formula preguntas sobre el hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico que indaga para delimitar el problema. Determina el comportamiento de las variables, y plantea hipótesis basadas en conocimientos científicos, en las que establece relaciones de causalidad entre las variables que serán investigadas.
	Diseña estrategias para hacer indagación	Considera las variables intervinientes que pueden influir en su indagación y elabora los objetivos. Propone y fundamenta, sobre la base de los objetivos de su indagación e información científica, procedimientos que le permitan observar, manipular y medir las variables; el tiempo por emplear; las medidas de seguridad; las herramientas, materiales e instrumentos de recojo de datos cualitativos/ cuantitativos; y el margen de error. Estos procedimientos también le permitirán prever un grupo de control para confirmar o refutar la hipótesis.
	Genera y registra datos e información	Obtiene y organiza datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y mediciones repetidas de la variable dependiente.
	Analiza datos e información	Realiza ajustes en sus procedimientos o instrumentos y controla las variables intervinientes; hace cálculos de medidas de tendencia central, proporcionalidad u otros, obtiene el margen de error, y representa sus resultados en gráficas. Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud, diferencia u otros. Identifica regularidades o tendencias. Contrasta los resultados con su hipótesis e información científica para confirmar o refutar su hipótesis, y elabora conclusiones.
	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación	Sustenta, sobre la base de conocimientos científicos, sus conclusiones, procedimientos y la reducción del error a través del uso del grupo de control, repetición de mediciones, cálculos y ajustes realizados en la obtención de resultados válidos y fiables para demostrar la hipótesis y lograr el objetivo. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.

Nota. Capacidades y desempeños de la competencia indaga correspondiente para estudiantes de cuarto de secundaria del VII ciclo. Fuente: CNEBR (2016).

2.3. Análisis de indagación científica

La exploración científica es un tipo de aprendizaje que demanda identificar un problema en específico a estudiar, formular hipótesis utilizando métodos inductivos, hacer predicciones utilizando métodos deductivos, diseñar procedimientos experimentales, realizar experimentos científicos, recopilar datos significativos, organizar y analizar datos con precisión para explicar cualquier hallazgo de problema inesperado (Innatesari, 2019). Es importante abordar el desarrollo de la ciencia en

esa secuencia de ideas para fortalecer el pensamiento científico, crítico y reflexivo a través de experimentos y proyectos.

a. Habilidad indagatoria

Las habilidades de pensamiento científico e indagación están influenciadas por contextos socioculturales y educativos, reconociendo que a pesar de que la curiosidad es intrínseca en las personas, las capacidades de razonamiento científico se potencian a lo largo de la vida mediante experiencias educativas intencionadas que facilitan la comprensión del conocimiento del modelo científico y los métodos para solucionar problemas científicos. (Jirout et al., 2015). Conocer estas habilidades científicas favorecen logros de aprendizaje en áreas como las ciencias por ser insumos requeridos por los docentes para concretar sus propuestas pedagógicas e inciden en los estudiantes cuando pueden aplicarlas.

Comprender que las habilidades indagatorias se ven reflejadas en las capacidades escalonadas que propone trabajar el CNEB (2016), refuerza la importancia de considerarlas, por tanto, es importante manejar con claridad los siguientes aspectos:

- (1) **Problematiza situaciones:** los estudiantes plantean preguntas, logran seleccionar una de varias para darle una respuesta argumentada científicamente, estableciendo relaciones causales entre las variables y logrando formular hipótesis.
- (2) **Diseña estrategias para hacer la indagación:** los estudiantes desarrollan un proceso que facilita la manipulación de las variables para responder a su interrogante y las vinculan al problema que examinan con un conjunto de saberes previamente establecidos.
- (3) **Generan y registran datos o información:** los estudiantes revisan los métodos para reducir los errores aleatorios y conseguir una mayor exactitud en sus resultados. Las cifras recolectadas se mostrarán en gráficos de barras dobles o lineales.
- (4) **Analizan datos o información:** los estudiantes aplican patrones y/o tendencias tanto cuantitativas como cualitativas a las gráficas creadas y las complementan

con las fuentes de información escogidas. Emiten conclusiones basándose en la correlación entre sus hipótesis y los hallazgos logrados en el estudio, o de otros estudios científicos.

- (5) Valora y expresa el proceso: los estudiantes identifican las razones de posibles fallos y contradicciones en el procedimiento y en los hallazgos de su estudio, y pueden respaldar sus conclusiones demostrando la aplicación de saberes científicos.

Comprender las características de las capacidades indagatorias favorecerá el control y comparación de la eficacia de los resultados entre métodos de enseñanza que usan y no usan laboratorios virtuales, el dominio de estas capacidades se evidencia en el estudio basado en el método de investigación guiada, que emplea laboratorios virtuales, desarrollando etapas como: 1) investigar el problema, 2) construir una hipótesis, 3) experimentar, 4) prueba de hipótesis, y 5) toma de decisiones.

Finalmente, el estudio del método de consulta guiada utilizando laboratorios virtuales concluyó destacando ventajas como favorecer la innovación del proceso de aprendizaje, contar con grupos manejables para el docente, motivar a los estudiantes para aprender y también para estar motivados en pensar científicamente, mejorando las habilidades científicas. (Siti et al., 2017).

Investigaciones realizadas (Price et al., 2019) evidencian la importancia de pautar la secuencia metodológica y de estrategias al momento de implementar los laboratorios virtuales en actividades de enseñanza aprendizaje, ver la Tabla 5 sobre el uso de simuladores para involucrar a los estudiantes en las prácticas de ciencias, donde se presenta un listado de estrategias recomendadas para este tipo de implementación, a fin de lograr el desarrollo de las habilidades indagatorias.

Tabla 3*Uso de simuladores para involucrar a los estudiantes en las prácticas de las ciencias*

Habilidades científicas	Estrategias para el uso de simuladores. Los estudiantes deben ...
Hacer preguntas (ciencia) y definir problemas (ingeniería)	<ul style="list-style-type: none"> ● Hacer una lista de preguntas mientras exploran libremente un simulador. ● Usar simuladores como punto de partida para generar preguntas, mayor exploración o discusión. ● Plantear una hipótesis que pueda verificarse con el simulador.
Desarrollo y uso de modelos	<ul style="list-style-type: none"> ● Generar reglas (modelos) para explicar el comportamiento que observan en una simulación. ● Discutir cómo la simulación es un modelo de un fenómeno científico. ● Comparar los datos recopilados del modelo de simulación con lo que se esperaría de otros modelos. ● Usar el modelo de simulación como una herramienta para hacer o probar predicciones. ● Identificar y discutir simplificaciones o limitaciones del modelo de simulación.
Planificación y ejecución de investigaciones	<ul style="list-style-type: none"> ● Diseñar experimentos y recopilar datos para probar una hipótesis. ● Recolectar datos para determinar cómo las diferentes variables afectan un fenómeno. ● Decidir qué datos cuentan como evidencia y cómo recolectarlos sistemáticamente en el simulador. ● Planificar cómo usar el simulador para que puedan responder las preguntas guía.
Análisis e interpretación de datos	<ul style="list-style-type: none"> ● Analizar los datos cuantitativos o cualitativos recopilados de la simulación sobre cómo diferentes variables afectan un fenómeno. ● Escribir interpretaciones y resúmenes basados en observaciones o datos recopilados de la simulación. ● Organizar los datos recopilados de manera que ayuden a la interpretación (p. ej., gráficos).
Aplicación de las matemáticas y pensamiento computacional	<ul style="list-style-type: none"> ● Generar o verificar modelos matemáticos de relaciones entre variables, basados en datos recolectados. ● Crear gráficos de datos cuantitativos recopilados del simulador.
Explicaciones de construcción (ciencia) y diseño de soluciones (ingeniería)	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar simulaciones para visualizar los mecanismos subyacentes. ● Resumir las relaciones entre las variables que observaron en la simulación. ● Explicar por qué los sistemas se comportan de la forma en que lo hacen, con base en las observaciones del simulador. ● Diseñar soluciones basadas en la evidencia de la simulación.
Participar en un argumento de evidencia	<ul style="list-style-type: none"> ● Justificar las conclusiones utilizando observaciones y datos recopilados de simulaciones. ● Discutir la simulación y las implicaciones en el mundo real. ● Evaluar explicaciones o modelos contrapuestos, con base en la evidencia de la simulación.

Obtención, evaluación y Comunicación de la información	<ul style="list-style-type: none"> ● Escribir resúmenes de lo que descubrieron al interactuar con el simulador. ● Discutir la información que recopilaron mientras exploraban la simulación. ● Presentar lo que aprendieron de las simulaciones. ● Crear y compartir un video informativo usando el simulador y su narración para comunicar ideas científicas. ● Evaluar la validez de la simulación como fuente de información: comparar datos recopilados del modelo de simulación a otras fuentes de información sobre el tema.
--	---

Nota. La tabla ejemplifica la variedad de estrategias significativas que pueden realizarse según el tipo de habilidad científica que se pretende enfocar. Fuente: NGSS Lead States (2013).

Habilidades del proceso científico

La enseñanza de las ciencias demanda participación activa, la cual se evidencia en estudiantes con habilidades innatas, pero también en estudiantes que se entrenan y repotencian en las habilidades de proceso científico (Gómez et al., 2019), con la finalidad de resolver problemas reales. Las habilidades del proceso científico se agrupan en habilidades básicas de proceso científico y habilidades integradas del proceso científico, las cuales se explican a continuación (Zeidan et al., 2015).

Habilidades básicas del proceso científico

- a. **Observar:** los participantes notan las propiedades de los objetos y situaciones usando los cinco sentidos. Es una descripción de lo que efectivamente se percibe.
- b. **Medir:** expresa la cantidad de un objeto o sustancia en términos cuantitativos.
- c. **Inferir:** ofrece una explicación para un objeto o sustancia en particular en términos cuantitativos.
- d. **Clasificar:** relaciona objetos y eventos según sus propiedades o atributos.
- e. **Predecir:** pronostica una ocurrencia futura basada en observaciones pasadas o la extensión de datos.

- f. **Comunicar:** usa palabras, símbolos o gráficos para describir un objeto, acción o evento.

Habilidades integradas del proceso científico

- a. **Variables de control:** manipular y controlar propiedades que se relacionan con situaciones y eventos con el propósito de determinar la causalidad.
- b. **Hipotetizar:** establecer generalizaciones tentativas de observaciones o inferencias que pueden usarse para explicar un mayor número de eventos pero que está sujeto a pruebas inmediatas o eventuales por uno o más experimentos.
- c. **Experimentación:** probar una hipótesis a través de la manipulación y control de variables independientes y anotando los efectos sobre una variable dependiente: interpretar y presentar los resultados en forma de un informe que otros pueden seguir para replicar el experimento.
- d. **Adquisición de datos:** llegar a explicaciones, inferencias o hipótesis a partir de datos que han sido graficados o colocados en una mesa.

Los grupos de habilidades mencionados se ajustan según el nivel educativo del estudiante (Irwanto et al., 2018; Chiappetta y Koballa, 2002) y conducen al logro de la investigación científica. Ver la Tabla 4 sobre las habilidades científicas en estudiantes.

Tabla 4*Habilidades científicas*

Habilidades	Indicador
Básico	Observación Medición Inferencia Clasificación Predicción Comunicación
Integrado	Control de variables Hipotetizar Experimentación Adquisición de datos

Nota. La tabla informa sobre los indicadores establecidos en el proceso básico e integrado de las habilidades científicas. Fuente Zeidan et al., 2015.

Por su parte, desde 2015, PISA evalúa las competencias científicas a través de tres aspectos principales: la capacidad de valorar y diseñar investigaciones científicas, la interpretación de datos y evidencias, y la explicación científica de los fenómenos.

Estas competencias se concretan en las habilidades de explicar fenómenos desde la ciencia, evaluar y plantear investigaciones, así como interpretar información y pruebas científicas (Caño et al., 2017). Por lo que es pertinente conocer los resultados nacionales y los niveles de logro alcanzados para cada capacidad.

Las actividades propuestas y ejecutables en el laboratorio virtual o presencial contribuyen a que los estudiantes puedan mejorar la comprensión de las habilidades científicas para usarlas en la expansión de su comprensión del proceso científico (Seung et al., 2016).

Existen diversos artículos referidos a las habilidades científicas e indagatorias, encontrándose entre dichos artículos diferencias en cuanto a la nominación; sin embargo, el trasfondo conceptual y caracterización es el mismo, esto se nota por ejemplo al comparar la propuesta de Topalsan (2020) con la clasificación de las habilidades de indagación propuestas por Pai-Hsing et al. (2020). Ver la Tabla 5 donde se compara la clasificación de habilidades científicas.

Tabla 5

Cuadro comparativo sobre la clasificación de habilidades científicas

Habilidades de proceso científico		Habilidades indagatorias	
Topalsan, (2020)		Pai, (2020)	
Clasificación	Descripción	Clasificación	Descripción
Orientación	Guía en el uso de información científica.	Cuestionamiento	Formulación de preguntas e identificación de preguntas para hacer predicciones.
Conceptualización	Cuestionamiento y generación de hipótesis.	Experimentación	Identificación de variables y planificación de procedimientos experimentales.
Investigación	Exploración, experimentación e interpretación y análisis de datos.	Análisis	Reconocimiento de datos relevantes como también la transformación de los datos.
Conclusión y discusión	Comunicación y reflexión de las afirmaciones formuladas.	Explicación	Elaborada con información razonada en base a evidencias científicas.

Nota. Información organizada para facilitar la comparación de dos clasificaciones propuestas sobre habilidades científicas e indagatorias. Fuente: Elaboración propia.

Seleccionamos estas dos propuestas de clasificación de habilidades indagatorias, por ser de las más recientes, observamos cierto grado de similitud en las dos clasificaciones, por lo que para efectos de la investigación a realizar tendremos como base a la clasificación establecida por Pai (2020), por ser la que se menciona reiteradamente en diferentes publicaciones (Wu et al., 2015; Kuo et al., 2015). De esta forma, reconocemos como habilidades indagatorias a las siguientes:

Habilidades indagatorias propuestas por Pai (2020)

- a. **Habilidad indagatoria del cuestionamiento:** concretable con subhabilidades como las de formular preguntas, identificar preguntas y hacer predicciones.
- b. **Habilidad indagatoria de la experimentación:** concretable con subhabilidades como la identificación de variables controladas y manipuladas,

con la planificación de procedimientos experimentales y con la selección de medidas apropiadas.

- c. **Habilidad indagatoria de análisis:** concretable con subhabilidades como las de identificar datos relevantes y transformar datos.
- d. **Habilidad indagatoria de la explicación:** concretable con subhabilidades como las de hacer una afirmación, usar evidencia, razonar de la evidencia a la afirmación y ofrecer o evaluar explicaciones alternativas.

Los lineamientos para el escalonado desarrollo de las habilidades indagatorias, pueden focalizarse en estilos de indagación que se sintetizan en (1) indagación demostrada, donde el docente asume la indagación en área, desde la formulación de la pregunta hasta la conclusión; (2) indagación estructurada, con responsabilidades de aprendizaje asumidas por los estudiantes, quienes gradualmente se asumen como responsables para el análisis de datos y la toma de decisiones; (3) indagación iniciada por el profesor, en la que los estudiantes se vuelven más responsables, desarrollando áreas de indagación que el profesor promueve; (4) indagación iniciada por el estudiante, donde se involucran completamente en el proceso de aprendizaje por indagación (Marwa et. al., 2019).

Es conveniente alinear las habilidades científicas en el marco de la indagación estructurada y la indagación iniciada por el estudiante, para garantizar la articulación pertinente entre las sesiones de aprendizaje que incorporan el uso de laboratorios virtuales y otros documentos oficiales como el CNEB, debido a que este, en su apartado de capacidades y desempeños de Ciencia y Tecnología para el nivel de secundaria se enfoca en la perspectiva constructivista como paradigma dominante y en la filosofía social de Vigotsky, ambas características presentes en dicho documento nacional son notorias y contextualizadas en la enseñanza de las ciencias por ser tendencia mundial en la educación científica.

En los siguientes apartados, se procede a definir la competencia indaga del área de C y T, priorizando la primera capacidad “Problematizar situaciones” por referirse a la

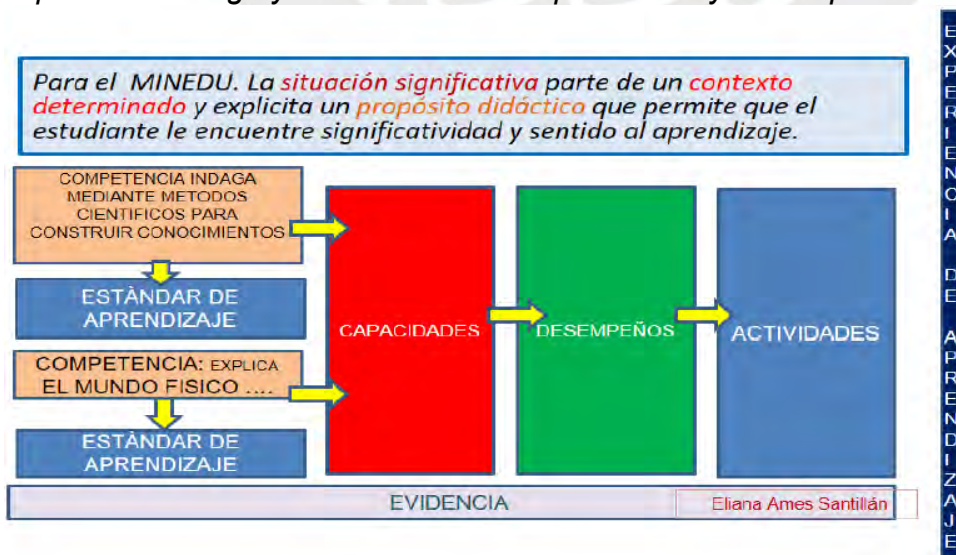
formulación de pregunta y de hipótesis del proceso indagatorio que constituyen un aspecto significativo en el marco del estudio.

2.3.1. Competencia indaga mediante métodos científicos para construir conocimiento en secundaria

Según European Commission (2006), la competencia relacionada a la tecnología consiste en aplicar conocimientos y métodos para responder a los deseos o necesidades humanas percibidas. Por otro lado, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016) conceptualiza la competencia científica como una competencia que incluye el conocimiento científico y su uso por parte de un individuo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y definir conclusiones basadas en evidencias sobre asuntos relacionados con la ciencia. De acuerdo con este concepto, el estudiante comprende el papel de la ciencia en el mundo al identificar y comprender el papel que juega como ciudadano en el mundo.

En la Figura 21 se observa que la situación significativa es la etapa iniciadora del proceso de aprendizaje, la cual resuena en la competencia explícita, como también en la competencia indagada, con la cual se pueden abordar sus respectivas capacidades como también sus respectivos desempeños y actividades.

Figura 21
Competencia indaga y su relación con capacidades y desempeños



Nota. El esquema evidencia la interrelación entre capacidad, desempeño y actividades de la competencia indaga. Fuente: Ames (2023).

2.3.2. Capacidades de la competencia indaga en secundaria

Según Minedu (2017), dicha competencia comprende las capacidades de problematizar situaciones, desarrollar técnicas de investigación, crear y registrar información, examinar datos, evaluar, comunicar el desarrollo y el producto de la investigación.

Tabla 6
Capacidades de la competencia indaga

Competencia	Capacidades
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimiento.	Problematiza situaciones.
	Diseña estrategias para hacer indagación.
	Genera y registra datos e información.
	Analiza datos e información.
	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.

Nota. Capacidades de competencia del área de C y T. Fuente: Minedu (2016).

En el estudio profundizaremos la primera capacidad “Problematiza situaciones”, la cual según Minedu (2016) se define como “la capacidad de cuestionarse sobre hechos y fenómenos de la naturaleza, interpretar situaciones y emitir posibles respuestas en forma descriptiva o causal”. Por tanto, el cuestionamiento se interpreta como un problema presentado en forma de pregunta indagatoria, la cual requerirá respuestas como posibles soluciones para continuar con el proceso indagatorio.

Concretar la competencia indaga implica abordar la capacidad “Problematiza situaciones”, en la que se realizan acciones como formular preguntas que permitirán a los estudiantes establecer parámetros entre componentes del hecho analizado (Minedu, 2015). Esto hace posible presentar nuevas estructuras de aprendizaje, resolver problemas, plantear desacuerdos, llegar a consensos y trabajar en diferentes lenguajes y diferentes representaciones de la realidad.

Por otro lado, pueden realizarse acciones de planteamiento de preguntas que impliquen la posterior formulación de hipótesis. Lo referido sobre la capacidad de

problematizar es materia en seguimiento de esta investigación por lo que conviene mencionar el desempeño correspondiente.

Figura 22

La competencia indaga y la capacidad de problematizar

Indaga mediante métodos científicos para construir conocimiento		
Estándar	Capacidad	Desempeño
Indaga a partir de preguntas y plantea hipótesis con base en conocimientos científicos y observaciones previas. Elabora el plan de observaciones o experimentos y los argumenta utilizando principios científicos y los objetivos planteados. Realiza mediciones y comparaciones sistemáticas que evidencian la acción de diversos tipos de variables. Analiza tendencias y relaciones en los datos tomando en cuenta el error y reproducibilidad, los interpreta con base en conocimientos científicos y formula conclusiones, las argumenta apoyándose en sus resultados e información confiable. Evalúa la fiabilidad de los métodos y las interpretaciones de los resultados de su indagación.	Problematiza situaciones.	Formula preguntas sobre el hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico que indaga para delimitar el problema. Determina el comportamiento de las variables y plantea hipótesis basadas en conocimientos científicos, en las que establece relaciones de causalidad entre las variables que serán investigadas. Considera las variables intervinientes que pueden influir en su indagación y elabora objetivos. Propone y fundamenta, sobre la base de los objetivos de su indagación e información científica procedimientos que le permitan observar, manipular y medir las variables; el tiempo por emplear, las medidas de seguridad; las herramientas, materiales e instrumentos de recojos de datos cualitativos/cuantitativos; y el margen de error. Estos procedimientos también le permitirán prever un grupo de control para confirmar o refutar la hipótesis.

Nota. Desempeño de competencia del área de C y T. Fuente: Minedu (2016).

La competencia indaga mencionada en el párrafo anterior y su respectiva capacidad “Problematiza situaciones” se desarrollan en sesiones de aprendizaje diferenciadas por las estrategias, para el presente estudio, por un lado se evalúan resultados de la competencia y capacidad en mención, aplicando la estrategia de laboratorio presencial y, por otro lado, aplicando la estrategia de laboratorio virtual OLabs, para ambos casos se desarrolla el contenido temático de fluido de líquidos con la ley de Stokes. A continuación, se aborda la conceptualización y la tipología de las habilidades científicas relacionadas al proceso científico desde la enseñanza y aprendizaje.

2.3.3 Desempeños de la competencia indaga en secundaria

En Ciencia y Tecnología, Isaza (2014); refiere que los desempeños son indicadores de aprendizaje que se evidencian en términos de capacidades y habilidades dentro del proceso educativo. La medición del desempeño académico puede efectuarse de modo cualitativo y cuantitativo, por lo que puede ser medible y hace accesible identificar el rendimiento, con la finalidad de decidir oportunamente que contribuyan a mejorar continuamente la formación y avance de la competencia del área.

2.4. Uso de laboratorios virtuales para promover la indagación científica.

Los principales objetivos del aprendizaje en laboratorios virtuales se pueden resumir en manejar el conocimiento conceptual de la práctica propuesta, practicar habilidades indagatorias de resolución de problemas, conocer sobre el trabajo científico, generar motivación e interés, comprender métodos de indagación científica y razonamiento expandido. El total de habilidades indagatorias que se pueden desarrollar con prácticas de laboratorio presencial o virtual pueden dividirse en dos grupos: habilidades de proceso de ciencias básicas y habilidades de proceso.

Las habilidades de proceso de ciencias básicas, incluyen la observación, la formulación de preguntas, la clasificación, la medición y el predecir. Las habilidades de proceso científico integrado incluyen el proceso de identificar, definir variables, recopilar y transformar datos, crear tablas y gráficos de datos, describir las relaciones entre variables, interpretar datos, manipular materiales, generar registro de datos, formular hipótesis, diseñar investigaciones, resumir y generalizar (Gunawan, 2019).

La aplicación de entornos virtuales y simuladores, promueve la asimilación de la materia de interés, que, para efectos del presente estudio, corresponde a las ciencias físicas (Çelik at. al 2015). El programa visual de laboratorios virtuales favorece la buena visualización, la operatividad, y la creatividad, haciendo que la física sea más amigable. Estas características permiten entrenar las habilidades del pensamiento de los estudiantes usuarios. La idea es reforzada por publicaciones que avalan a los recursos tecnológicos como medios que mejoran habilidades del pensamiento crítico, habilidades verbales, habilidades creativas y habilidades para resolver problemas (Rajagukguk et al. , 2015).

Potenciar competencias científicas, para la instrucción en ciencias mediante la práctica de laboratorios virtuales puede regirse de dos modalidades: una investigación abierta o una investigación cerrada (Ubral, 2016)

2.4.1. Investigación abierta

Desarrolla la enseñanza de la ciencia proponiendo actividades prácticas y centradas en el estudiante. Son los estudiantes quienes buscan la solución a un problema planteado y establecen el proceso de trabajo en el laboratorio mientras resuelven el problema. Este tipo de investigación, puede ser demandante en tiempo por la búsqueda autónoma de procesos experimentales (Irinoye et. al , 2014). Esta modalidad puede efectuarse con el uso de laboratorios presenciales de ciencia como también con el empleo de simuladores de laboratorios virtuales, no incluye el soporte de un orientador como el docente.

2.4.2. Investigación guiada

Es el estudiante quien busca el experimento acompañado de la orientación del docente y de la información científica establecida en la plataforma del laboratorio virtual, como también de información adicional recogida en diferentes recursos (Hendrickson, 2015), es el estudiante quien busca y propone alternativas de solución (Ubral, 2016). Los estudiantes que alcanzan autonomía en la aplicación y uso del laboratorio virtual potencian habilidades científicas básicas y de proceso como la observación, la clasificación, el calcular, la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos, el medir, el recopilar datos, la interpretación de datos, formulación de conclusiones y la expresión (Gunawan, 2019).

Por tanto, las habilidades del proceso científico pueden ser mejoradas de forma efectiva con los medios virtuales, las TIC pueden desarrollar el proceso científico y sus habilidades. Estudios de Mashami y Gunawan (2018) afirman que resultados de experimentos basados en simuladores de laboratorio virtual mejoran el pensar hábilmente con criticidad. Por otro lado, la consolidación de habilidades indagatorias con el uso de simuladores de laboratorios virtuales puede tener mayor efecto si se realiza con el enfoque de Aprendizaje por Investigación (Syphas,2019). En este

enfoque se consideran las siguientes fases del ciclo de indagación: La orientación, la conceptualización, la investigación, la conclusión y la discusión (Pedaste et al., 2015). Las cuales se relacionan con las habilidades indagatorias establecidas en la Tabla 6. Seguidamente describimos cada fase del ciclo del aprendizaje por indagación en las siguientes líneas.

La fase de orientación es el proceso que define el problema y estimula el interés de los estudiantes. La fase de conceptualización es el proceso que permite formular preguntas e hipótesis de investigación. La fase de Investigación es el proceso en el que se toman acciones para responder a las preguntas e hipótesis de investigación. La fase de conclusión es el proceso que resume con conclusiones los datos recopilados. Por último, la fase de discusión: Proceso que implica la exposición y comparación de los resultados (Sypsas, 2019).

Existen investigaciones que fortalecen lo mencionado, entre las cuales mencionamos algunas focalizadas en el uso de laboratorios virtuales con contenido temático de ciencias físicas. Así, estudios cuasiexperimentales como los de (Khaleel, 2017), demuestran que el progreso de habilidades superiores a través del Enfoque de Aprendizaje por Investigación se hace más viable en un grupo experimental que fue evaluado después de realizar actividades con simuladores de investigación científica a diferencia con del grupo control en donde no se utilizó los simuladores.

Finalmente, otro estudio utilizó el laboratorio virtual con tres consideraciones pedagógicas que involucran un mundo de simulación consistente, una tabla de datos para facilitar la recopilación de datos y un juego. Los estudiantes evaluados indicaron que la simulación puede respaldar el aprendizaje y el pensamiento mediante la investigación cuando las tareas de investigación guiadas son desafiantes y diseñadas adecuadamente (Chen et al., 2014).

SEGUNDA PARTE: DISEÑO METODOLÓGICO Y RESULTADOS

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

Esta sección expone la problemática de estudio, junto con los objetivos, las categorías de análisis, el enfoque metodológico, así como el tipo y nivel de investigación. Se detallan procesos empleados en la recolección y el análisis de datos recolectados de la muestra siguiendo los criterios de selección determinados. Del mismo modo, se describen los procesos empleados para el tratamiento de la información recopilada y las acciones que garantizan el cumplimiento de principios éticos en la investigación.

3.1. Problema de investigación

El estudio recoge y describe la eficacia de los logros de aprendizaje alineados con el potenciamiento de las habilidades indagatorias de cuestionamiento, experimentación, análisis y explicación, Pai-Hsing et al. (2020), que se generan en estudiantes de secundaria al usar como entorno educativo el laboratorio virtual OLabs. De esta forma, la investigación se centra en atender el siguiente problema:

¿En qué medida el uso del laboratorio virtual contribuye a fortalecer las habilidades indagatorias como la formulación de cuestionamientos científicos e hipótesis en comparación con el uso de laboratorios presenciales de los aprendices de cuarto de secundaria de una institución privada de Lima Metropolitana?

3.2. Objetivos de investigación

Objetivo general

- Determinar en qué grado el uso de laboratorios virtuales contribuyen en potenciar las habilidades indagatorias de los aprendices de cuarto de secundaria de la Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Objetivos específicos

- Comparar habilidades indagatorias del grupo de tratamiento antes y después de emplear laboratorios virtuales en aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- Comparar habilidades indagatorias del grupo de referencia antes y después de emplear laboratorios presenciales en aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- Comparar habilidades indagatorias del grupo de tratamiento y de referencia antes de emplear laboratorios virtuales en aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- Comparar habilidades indagatorias del grupo de tratamiento y de referencia después de emplear laboratorios virtuales en aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

3.3 Hipótesis

3.3.1. Hipótesis General

La implementación de laboratorios virtuales con grado notable contribuye en el desarrollo de habilidades indagatorias de los aprendices de cuarto año de secundaria de Educación Básica Regular en una institución educativa de Lima Metropolitana.

3.3.2. Hipótesis Específicas

- Se evidencian variaciones relevantes en las habilidades indagatorias del grupo de tratamiento antes y después del uso de laboratorios virtuales en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- Se evidencian diferencias significativas en las habilidades indagatorias del grupo referencial antes y después del uso de laboratorios presenciales en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

- Se evidencian variaciones relevantes en las habilidades indagatorias del grupo de tratamiento y grupo referencial antes del uso de laboratorios virtuales en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- Se evidencian diferencias significativas en las habilidades indagatorias del grupo de tratamiento y grupo referencial después del uso de laboratorios virtuales en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

3.4. Variables

- **Variable Independiente:** Uso de laboratorios.

Se hace referencia a las dos modalidades de laboratorio que se utilizan para mejorar la competencia, capacidad y habilidad científica, que son el laboratorio presencial y laboratorio virtual. La implementación de laboratorios en la enseñanza del área de ciencias de la EBR, principalmente se efectúa con los laboratorios presenciales que requieren una logística significativa; sin embargo, con el desarrollo de las TIC, los laboratorios virtuales representan una nueva opción que atienden demandas de práctica pedagógica de forma instantánea y creativa (Bravo et al., 2019).

- **Variable Dependiente:** Habilidad de indagación científica.

Se hace referencia a las habilidades integradas del proceso científico, como el cuestionamiento, la experimentación, el análisis y la explicación (Pai, 2020), las cuales se homologan con habilidades propuestas por Bloom, como las de identificar variables de control, de hipotetizar, experimentar y generar datos. (Zeidan et al., 2015).

3.5 Enfoque metodológico, tipo y nivel de investigación

La investigación responde a un enfoque de carácter cuantitativo, por centrarse principalmente en objetivos cuantificables y por pretender medir la variable “Habilidad de indagación científica” en una muestra representativa de estudiantes, aplicando técnicas e instrumentos validados para lograr explicar, controlar, predecir y medir la

variable en estudio (Sampieri et al., 2014). Por lo explicado, el uso de estadísticos descriptivos e inferenciales del cuestionario de inicio y salida permitirán comprobar la veracidad o falsedad de las hipótesis formuladas como también explicar el fenómeno en particular. (Alvarez, 2020)

Así mismo, el estudio es del tipo experimental por manipular la variable independiente “Uso de laboratorios” y su efecto en la variable dependiente “Habilidad de indagación científica”. Contando con un diseño cuasiexperimental en el que se trabaja con grupos control experimental. La característica de esta investigación es la asignación no aleatoria en los grupos de intervención (Sampieri et al., 2014). Por ejemplo, en el estudio actual se trabaja con dos grupos establecidos, conformados por dos secciones de cuarto de secundaria. No se puede asignar mediante el azar a los grupos por lo cual se trabaja con los grupos ya conformados.

Por tanto, el nivel de investigación corresponde al explicativo por evaluar la relación causal, indagando las causas o efectos de un fenómeno. La investigación en el nivel explicativo da cuenta de un aspecto real, para efectos del presente estudio el aspecto real es poder determinar el grado de causalidad que tiene el uso de laboratorios virtuales y presenciales sobre la habilidad de indagación científica.

El esquema que corresponde al método cuasi experimental es

GE : O1 X O3

GC : O2 - O4

GE: El grupo experimental (Alumnos del 4° grado A)

G.C: El grupo control (Alumnos del 4° grado B)

O1 O2 : Resultados del Pre Test

O3 O4: Resultados de Post Test

X: Variable Experimental (Uso de laboratorios)

- : No aplicación de la variable experimental

3.6. Población y muestra

El grupo de estudio está constituido por un número total de 96 aprendizajes de cuarto grado de secundaria y están distribuidos en las secciones A, B, C y D de forma presencial en una unidad educativa.

Considerando que la población de estudio se determina en el marco de una investigación cuantitativa, la muestra será del tipo de selección no probabilística basada en criterios y por conveniencia, debido a que permite seleccionar casos que son accesibles y que acepten ser incluidos (Otzen et al., 2017).

Así ratificamos para la investigación la accesibilidad y proximidad a los sujetos de estudio que permitirá conducir una muestra representativa y significativa. En total, la muestra se estructuró con 22 participantes en cada aula de cuarto grado de secundaria de una institución educativa de Lima Metropolitana. El aula A representa al grupo experimental y el aula B representa al grupo control, ambos grupos son equivalentes en edad, género y rendimiento.

Los criterios de selección de la muestra se basan en el criterio de inclusión; por el que los estudiantes deben:

- Pertenecer al grupo etario de entre 15 a 16 años.
- Pertenecer al cuarto grado de secundaria.
- Asistir regularmente de modo presencial a la institución educativa.

Los criterios de exclusión de la muestra son:

- Contar con inasistencias frecuentes durante el periodo experimental
- Pertenecer a la modalidad híbrida del servicio educativo.

3.7 Técnicas e instrumentos

La obtención de datos se efectuó con un sondeo, contando como instrumento la prueba de pretest y postest, las cuales fueron aplicadas para el grupo de referencia y el grupo de tratamiento (Santana, 2015); validándose por expertos y cuentan con un significativo grado de confiabilidad. El instrumento se encuentra adjunto en el anexo

y consta de dos bloques, que corresponden a cada una de las subcategorías la formulación de preguntas indagatorias y el planteamiento de hipótesis indagatorias. El procesamiento estadístico descriptivo se ejecutó con JASP, Software de análisis estadístico, obteniendo así las tablas de estadística descriptiva, de Shapiro-Wilk, esta última data resultados estadísticamente significativos, por lo que se aplican pruebas no paramétricas como la Prueba de Rango con signo de WILCOXON para muestras relacionadas. Así también se desarrolla la Prueba U de Mann-Whitney, para muestras independientes.

3.7.1 Validación de instrumentos

La prueba de pretest y postest de elaboración propia fue validada por juicio de expertos en el rubro de la enseñanza de las ciencias físicas por validez de contenido.

Los ítems se puntúan en una escala tipo Likert de 5 puntos, cuyo rango es desde deficiente (1) hasta excelente (5).

El ajuste de datos se realizó con la V de Aiken obteniendo un significativo grado de validez (Anexo 3). Este instrumento cuenta con 10 ítems que se organizan en 2 dimensiones: Formulación de pregunta indagatoria y formulación de hipótesis indagatoria. Las respuestas que emitieron los expertos sobre el instrumento, se analizaron con la V de Aiken, utilizando una hoja de cálculo con intervalos de confianza (Medina, 2022).

3.7.2 Aplicación de instrumentos

Los instrumentos obtuvieron los permisos necesarios para aplicar la prueba inicial y prueba final. La prueba pretest inició para los dos grupos compartiendo las siguientes indicaciones: 1) Anotar los respectivos códigos en las pruebas pretest. 2) Leer la situación de aprendizaje establecida relacionada con la ley de Stockes. 3) Responder a las preguntas del bloque que miden la habilidad de formular preguntas indagatorias. 4) Responder a las preguntas del bloque que miden la habilidad de formular hipótesis indagatorias. 5) El tiempo establecido para la prueba es de 12 minutos. 6) Pasado el tiempo se recogen las pruebas.

Secuencia de aprendizaje-grupo de control

Luego de aplicar el pretest se desarrolló la sesión de aprendizaje con la estrategia del laboratorio presencial, para ello se procedió de la siguiente forma: sesión I: 1) Lectura y revisión domiciliaria de la ficha experimental de trabajo. 2) Lectura de la ficha en físico que orienta el desarrollo del trabajo experimental sobre la ley de Stokes. 2) Reconocimiento de la situación significativa. 3) Desplazamiento al laboratorio de Ciencias de la institución educativa. 4) Conformación de grupos de trabajo para el desarrollo de trabajo colaborativo. 5) Exploración sensorial de los materiales a utilizar para la experiencia. 6) Discusión grupal para establecer la unidad de análisis experimental y las características a evaluar. 7) Representación esquemática del procedimiento experimental. 8) Reconocimiento de variables e identificación de relaciones entre las mismas. 9) Formulación de preguntas indagatorias considerando las variables previamente identificadas. 10) Selección de la pregunta indagatoria idónea y coherente con la situación de aprendizaje presentada.

Después se continuó con la sesión II, contando para ello con los siguientes pasos: 1) Revisión de las variables establecidas. 2) Revisión de las propuestas de preguntas indagatorias. 3) Definir la pregunta indagatoria seleccionada. 4) Respuesta a la pregunta indagatoria con un listado de opciones. 5) Evaluación de incorporación de las variables preestablecidas en las respuestas formuladas. 6) Seleccionar la mejor respuesta o hipótesis. 7) Confrontar la pregunta indagatoria con la respuesta o hipótesis seleccionada. 7) Discusión de grupo para proponer el diseño experimental que conducirá a cotejar la verdad o falsedad de la hipótesis establecida. Posteriormente, se continuó con la sesión III que consistió plenamente en lo siguiente: 1) Ejecutar la experiencia con los materiales de laboratorio. 2) Registrar los resultados experimentales. 3) Formular las conclusiones.

Secuencia de aprendizaje-grupo experimental

Luego de aplicar el pretest, se desarrolló la sesión de aprendizaje con la estrategia de laboratorio virtual OLABs, para ello se procedió de la siguiente forma:

Sesión I: 1) Revisión domiciliaria de la ficha experimental de trabajo en *classroom* y exploración del laboratorio virtual OLABs con el simulador de fluido de líquidos, ley de Stokes. 2) Revisión presencial de la ficha experimental y del simulador de fluido de

líquidos, ley de Stokes. 3) Reconocimiento de la situación significativa. 3) Distribución de *laptops* para cada estudiante. 4) Conformación de grupos de trabajo para el desarrollo del trabajo colaborativo. 5) Exploración del simulador “Fluido de líquidos”. 6) Discusión grupal para establecer la unidad de análisis experimental y las características a evaluar. 7) Reconocimiento de variables e identificación de relaciones entre las mismas. 9) Formulación de preguntas indagatorias considerando las variables previamente identificadas. 10) Selección de la pregunta indagatoria idónea y coherente con la situación de aprendizaje presentada.

Sesión II: 1) Revisión de las variables establecidas. 2) Revisión de las propuestas de preguntas indagatorias. 3) Definición de la pregunta indagatoria seleccionada. 4) Respuesta a la pregunta indagatoria con un listado de opciones. 5) Evaluación de la incorporación de las variables preestablecidas en las respuestas formuladas. 6) Selección de la mejor respuesta o hipótesis. 7) Confrontación de la pregunta indagatoria con la respuesta o hipótesis seleccionada. 8) Ensayos experimentales con el simulador “Fluido de líquidos”. 9) Registro de los datos obtenidos en la experiencia virtual.

Tabla 7
Organización de las sesiones de aplicación

Sesión de clases				
Grupo	Grado	Sección	N.º	Descripción
Control	4 to	A	0	Pretest
			1	Formulación de pregunta indagatoria
			2	Formulación de hipótesis indagatoria
			3	Ejecución de experiencia y registro de resultados
Experimenta I	4 to	B	0	Pretest
			1	Exploración del laboratorio virtual y formulación de pregunta indagatoria
			2	Exploración del laboratorio virtual y formulación de hipótesis indagatoria
			3	Registro de resultados

Nota. Estructura de la planificación de sesiones para el desarrollo del estudio. Fuente: Elaboración propia.

3.8 Procedimiento para organizar la información recogida

a. Prueba pretest y postest

Los productos de las pruebas se tabularon en una tabla de hoja de cálculo con la finalidad de procesar datos estadísticos (moda, media y mediana). Se consignan los resultados de los puntajes de prueba cognitiva obtenidos en la prueba de entrada. El puntaje máximo a obtener es de 200 puntos como nota máxima. La prueba se divide en dos bloques, el puntaje máximo para cada bloque es de 100 puntos.

3.9 Protocolo de consentimiento informado

El estudio considera principios éticos, a los participantes menores de edad se les explicó el objetivo de estudio solicitándoseles consentimiento informado autorizado por sus respectivos apoderados para proceder con el estudio (Anexo 04). La recepción de los protocolos de consentimiento se realizó hasta el momento en que se aplica el pretest (Anexo 6), instrumento validado por dos expertos en la indagación científica de las ciencias físicas, quienes contribuyeron en el proceso de validación aceptando la carta de invitación (Anexo 05). Es preciso mencionar que los nombres de participantes fueron conservados en anonimato, siendo codificados para la protección de su información personal en este estudio.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La finalidad del estudio radica en demostrar la eficacia del uso de laboratorios virtuales para optimizar la competencia de indagación científica en los estudiantes de 4° de secundaria.

4.1. Resultados descriptivos en la habilidad de indagación científica de aprendices del grupo de tratamiento y de referencia en la prueba de inicio.

Tabla 8

Escala de logro para la formulación de pregunta indagatoria en la prueba de inicio.

Bloque 1	Nivel	Experimental		Control	
		n	%	n	%
Formulación de pregunta indagatoria (antes)	Inicio	16	72.73	13	59.09
	Proceso	4	18.18	4	18.18
	Logrado	1	4.55	1	4.55
	Logro destacado	1	4.55	4	18.18
Total		22	100.00	22	100.0

Nota: Resultados de la evaluación de inicio. Anticipando la aplicación del laboratorio virtual, la formulación de pregunta indagatoria del grupo experimental tiene al 72.73% de estudiantes en inicio, en similar proporción el grupo control presenta el 59.09%. Mientras que en el grupo de referencia el 18.18% se ubica en nivel destacado, solo un 4.55% del grupo de tratamiento alcanza ese nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Nivel de logro para la formulación de hipótesis en pretest del grupo control y experimental

Bloque 2	Nivel	Experimental		Control	
		n	%	n	%
	Inicio	17	77.27	15	68.18

Formulación de hipótesis (antes)	Proceso	5	22.73	6	27.27
	Logrado	0	0	1	4.55
	Logro destacado	0	0	0	0
Total		22	100.00	22	100.0

Nota: Resultados de la evaluación de inicio. Fuente: Elaboración propia.

Antes de usar el laboratorio virtual, en la formulación de la hipótesis de participantes de prueba experimental se aprecia que el 77.27% están en inicio, en similar proporción el grupo control presenta el 68.18%. El 27.27% de los participantes de la prueba control están en proceso, el 22.73% del grupo experimental alcanza ese nivel. Se destaca el hecho de no haber estudiantes del nivel de logro destacado en ambos grupos.



4.2. Resultados descriptivos en la habilidad de indagación científica de los grupos de tratamiento y de referencia en las pruebas de inicio y final.

Tabla 10

Logros para formular preguntas indagatorias de grupos de referencia y de tratamiento en la prueba final.

Bloque 1	Nivel	Experimental		Control	
		n	%	n	%
Formulación de pregunta indagatoria (después)	Inicio	1	4.55	10	45.45
	Proceso	7	31.82	3	13.64
	Logrado	1	4.55	0	0.00
	Logro destacado	13	59.09	9	40.91
Total		22	100.00	22	100.0

Nota: Resultados de la evaluación de cierre. Fuente: Elaboración propia.

Después de usar el laboratorio virtual, para la formulación de pregunta indagatoria de participantes experimentales apreciamos al 59.09% en nivel destacado y el 40.91% de participantes control logra el mismo nivel. Mientras que el grupo de tratamiento solo el 4.55% se ubica en inicio, el 45.45% de participantes control alcanza ese nivel.

Tabla 11

Nivel de logro para la formulación de hipótesis de los grupos de referencia y control en la prueba final

Bloque 1	Nivel	Experimental		Control	
		n	%	n	%
Formulación de hipótesis (después)	Inicio	3	13.64	9	40.91
	Proceso	9	40.91	11	50.00
	Logrado	5	22.73	2	9.09
	Logro destacado	5	22.73	0	0
Total		22	100.00	22	100.0

Nota: Resultados de la evaluación de cierre. Fuente: Elaboración propia.

Después del uso del laboratorio virtual, en la formulación de la hipótesis de participantes experimental se nota que el 40.91% está en proceso, con similar resultado al grupo control que presenta el 50.00%. Mientras que en el grupo de tratamiento 22.73% se ubica igualmente en el nivel destacado y logrado, solo el 9,09% del grupo control alcanza el nivel logrado.

4.3. Contrastación de hipótesis

Se efectúa la comprobación de normalidad de los datos, determinando la distribución estadística normal de los resultados en los procesos de participantes de tratamiento y de referencia, registrando resultados anteriores y posteriores al uso de laboratorios. Estimamos la prueba de Shapiro Wilk, dado que resulta pertinente en muestras con menos de 50 casos.



Tabla 12

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de las puntuaciones de habilidad de indagación científica de participantes de los grupos de referencia y tratamiento que se recogen antes y después de la aplicación del uso de laboratorios.

	n	Media	Mediana	DE	RIC	Shapiro-Wilk	
						W	p
Pretest Grupo Experimental Bloque 1 Formulación de pregunta indagatoria	22	52.27	50	14.78	15	0.89	0.018
Pretest Grupo Experimental Bloque 2 Formulación de hipótesis	22	17.73	0	26.89	47.5	0.62	< .001
Pretest Grupo Control Bloque 1 Formulación de pregunta indagatoria	22	58.64	50	23.76	30	0.86	0.005
Pretest Grupo Control Bloque 2 Formulación de hipótesis	22	23.64	0	28.54	55	0.76	< .001
Posttest Grupo Experimental Bloque 1 Formulación de pregunta indagatoria	22	80.45	90	18.12	20	0.85	0.003
Posttest Grupo Experimental Bloque 2 Formulación de hipótesis	22	74.09	70	18.69	17.5	0.92	0.044
Posttest Grupo Control Bloque 1 Formulación de pregunta indagatoria	22	71.36	70	22.95	47.5	0.8	< .001
Posttest Grupo Control Bloque 2 Formulación de hipótesis	22	52.27	60	19.74	20	0.91	0.045

Nota: Estadísticos y prueba de normalidad. Fuente: Elaboración propia.

Las cifras obtenidas a partir de la prueba Shapiro-Wilk arrojan resultados con significancia estadística al nivel de $p < 0,05$, rechazando la hipótesis nula, estableciendo que las puntuaciones de los grupos mencionados, tanto las obtenidas antes como después de la aplicación del laboratorio, no presentan distribución normal de datos. Disponiendo de los resultados de la prueba de normalidad, se eligieron las pruebas no paramétricas: Prueba de rango con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas (para el contraste de prueba de inicio y final del grupo referencial y de tratamiento) y la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes (grupo referencial y de tratamiento).

Tabla 13

Prueba de rango con signo de Wilcoxon para el contraste de prueba de inicio y prueba final del grupo referencial y de tratamiento

Prueba de inicio	Prueba final	Media	DE	W	Z	p	Correlación de Rango Biserial
Grupo experimental	Grupo Experimental	52.27	14.78	13	3.563	<.001	0.887
Formulación de pregunta indagatoria	Formulación de pregunta indagatoria	80.45	18.12				
Grupo experimental	Grupo experimental	17.73	26.89	5	3.945	<.001	0.960
Formulación de hipótesis	Formulación de hipótesis	52.27	17.64				
Grupo control formulación de pregunta indagatoria	Grupo control formulación de pregunta indagatoria	58.64	26.76	27	1.874	0.064	0.550
		71.36	22.95				
Grupo control formulación de hipótesis	Grupo control formulación de hipótesis	23.64	28.54	15	3.070	0.002	0.825
		74.09	18.69				

Nota: Resultados de la evaluación de inicio y cierre. Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 16 las comparaciones de prueba de inicio y prueba final obtenidas para el grupo de tratamiento del bloque 1 formulación de la pregunta indagatoria: Comparando datos del pretest y postest del grupo de tratamiento relacionada a la habilidad de formular pregunta indagatoria, el p valor es <0.001 por consiguiente, se invalida la hipótesis nula y se infiere que los rangos no son iguales, la diferencia es estadísticamente significativa, hay diferencias entre el pretest y postest. La correlación de rango biserial es de 0.887 lo cual nos indica que el tamaño del efecto es grande, por tanto, la diferencia es grande.

Se observa en la tabla 16 las comparaciones pretest y postest del grupo experimental del bloque 2 relacionada a la habilidad de formular hipótesis: Comparando datos del pre test y postest de participantes experimentales relacionando la habilidad para formular hipótesis, el p valor es <0.001, rechazando la hipótesis nula e infiriendo que los rangos no son iguales, el análisis reveló diferencias con significancia estadística entre la prueba de inicio y la prueba final. La correlación de rango biserial es de 0.960 lo cual nos indica que el tamaño del efecto es grande, por tanto, la diferencia es grande.

Se observa en la tabla 16 las comparaciones pretest y postest del grupo control del bloque 1 relacionada a la habilidad de formular preguntas indagatorias: Comparando datos del pretest y postest del grupo control relacionada a la habilidad de formular preguntas indagatorias, el p valor es 0.064 , no se rechaza la hipótesis nula y concluimos que los rangos son iguales, la diferencia no es estadísticamente significativa, no hay diferencias entre el pretest y postest. La correlación de rango biserial es de 0.550 lo cual nos indica que el tamaño del efecto es grande, por tanto, la diferencia de rangos es grande.

Se observa en la tabla 16 las comparaciones de la prueba de inicio y prueba final del grupo de referencia del bloque 2 relacionada a la habilidad de formular hipótesis: Comparando datos de la prueba de inicio y prueba final del grupo referencial relacionada a la habilidad de formular hipótesis, el p valor es 0.002, rechazando la hipótesis nula y concluyendo que los rangos no son iguales, hay diferencias significativas estadísticamente entre el pretest y postest. La correlación de rango biserial es de 0.825 lo cual nos indica que el tamaño del efecto es grande, por tanto, la diferencia es grande.

Tabla 14
Prueba U de Mann-Whitney para el contraste del grupo en tratamiento y grupo referencial en evaluación de inicio y final.

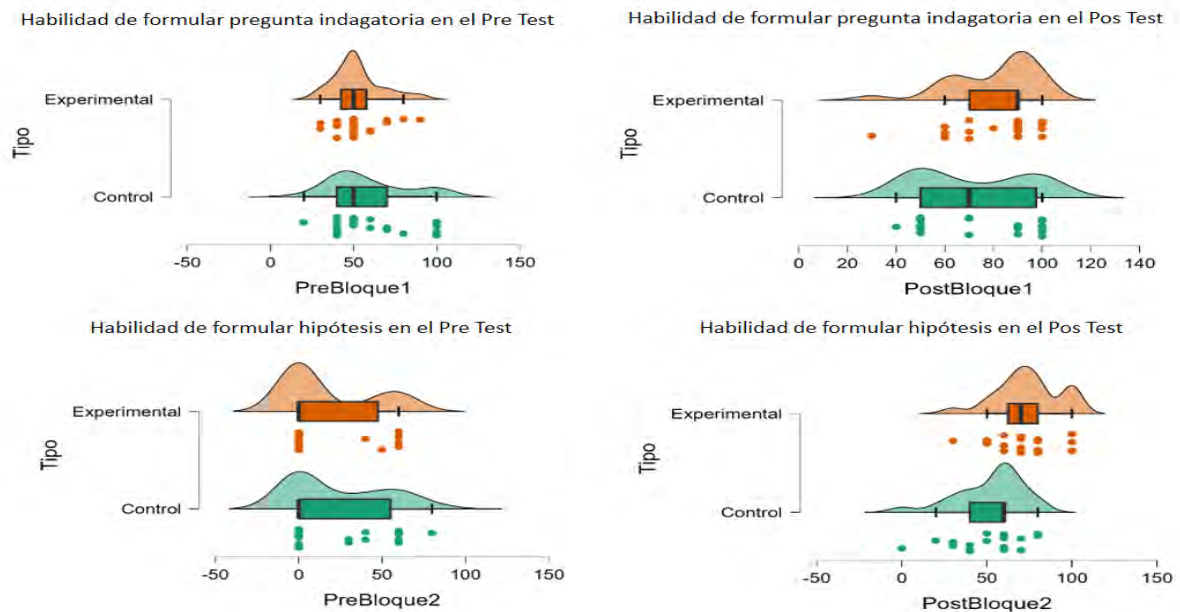
	Media	Desviación Estándar	W	p	Correlación de Rango Biserial
Pretest Experimental Formulación de la pregunta	52.27	14.78	263.5	0.61	0.09
Pretest Control Formulación de la pregunta	58.64	26.76			
Pretest Experimental Formulación de la hipótesis	17.73	26.89	270.5	0.45	0.12
Pretest Control Formulación de la hipótesis	23.64	28.54			
Postest Experimental Formulación de la pregunta	80.45	18.12	190	0.22	0.21
Postest Control Formulación de la pregunta	71.36	22.95			
Postest Experimental Formulación de la hipótesis	74.09	18.69	100	<.001	0.59
Postest Control Formulación de	52.27	17.64			

la hipótesis

Nota: Resultados de la evaluación de inicio y cierre. Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

Gráficos descriptivos experimental y control



Nota: La gráfica representa comparaciones entre el grupo experimental y control, concluyendo un rendimiento superior en el grupo experimental, después del uso de laboratorios virtuales para evaluar las habilidades de formular pregunta indagatoria e hipótesis.

No se detectan diferencias estadísticamente relevantes al contrastar los rangos promedio de los participantes experimental y control para formular la pregunta indagatoria tanto en el pretest (p -valor 0.61) como en el posttest (p -valor 0.22), lo mismo se observa al comparar el grupo de tratamiento y referencial para formular hipótesis en el pretest (p -valor 0.45). Para todos estos contrastes la correlación del rango biserial oscila entre 0.09, 0.12, 0.21 respectivamente, lo que nos indica que el tamaño del efecto es pequeño.

Sin embargo, al comparar los grupos posttest de tratamiento y referencial para la formulación de la hipótesis se observa el p -valor <0.001 , lo cual es estadísticamente significativo, este resultado indica que existen diferencias al comparar estos dos grupos. Por otro lado, la correlación del rango biserial es de 0.59, lo cual nos indica que el tamaño del efecto es grande, por tanto, la diferencia es grande.

4.3.1. Contrastación de la hipótesis general

Ha: El uso del laboratorio virtual mejora significativamente las habilidades de indagación científica en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Ho: El uso del laboratorio virtual no mejora significativamente las habilidades de indagación científica en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Los resultados significativos alcanzados durante la contrastación de las hipótesis específicas sirvieron de fundamento para la validación de la hipótesis general, de lo cual se infiere que el uso de laboratorios virtuales mejora significativamente la habilidad de indagación científica de los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Determinación: Se rechaza la hipótesis nula asociada a la hipótesis general de investigación.

4.3.2. Verificación de hipótesis específicas

Hipótesis 1: Se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo de tratamiento antes y después del uso de laboratorios en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Hipótesis 0: No se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo de tratamiento antes y después del uso de laboratorios en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

En la tabla 16, se registra que el nivel de $p < 0.001$, para la comparación de la evaluación inicial y evaluación final del grupo de tratamiento con relación a formular preguntas indagatorias y la formulación de hipótesis, entonces existe diferencia significativa en la habilidad indagatoria de formular preguntas indagatorias y formular hipótesis, registrándose una mayor puntuación después de aplicar el uso de laboratorios virtuales.

Determinación: Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula.

Hipótesis 2: Se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo referencial antes y después del uso de laboratorios en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Hipótesis 0: No se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo referencial antes y después del uso de laboratorios en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

En la tabla 16, se observa que el nivel de $p < 0.001$, para la comparación de la evaluación de inicio y final del grupo referencial con relación a la formulación de hipótesis, entonces existe diferencia significativa en la habilidad indagatoria de formular hipótesis, registrándose una mayor puntuación después de aplicar el laboratorio presencial.

Por otro lado, se observa que el nivel de $p > 0.001$, para la comparación de la prueba de inicio y prueba final del grupo referencial con relación a la formulación de pregunta, entonces no existe diferencia significativa en la habilidad indagatoria de formular pregunta indagatoria, detectándose valoración inferior después de aplicar el laboratorio presencial.

Determinación: De este modo, se valida la hipótesis nula.

Hipótesis 3: Se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo referencial y el grupo de tratamiento antes del uso de laboratorios en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Hipótesis 0: No se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo referencial y el grupo de tratamiento antes del uso de laboratorios en los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

La tabla 16, registra el nivel de $p > 0.001$, para la comparación de la prueba de inicio del grupo referencial con el grupo de tratamiento en relación a la formulación de pregunta indagatoria, entonces la diferencia no es significativa estadísticamente, registrándose una mayor puntuación en el grupo control.

Además, el nivel de $p > 0.001$, para contrastar la prueba de inicio del grupo referencial con el grupo de tratamiento en relación a la formulación de hipótesis, entonces la diferencia no es significativa estadísticamente, registrándose una mayor puntuación en el grupo control.

Determinación: La hipótesis nula permanece válida

Hipótesis 4: Se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo referencial y grupo de tratamiento después de aplicar el laboratorio virtual con los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

Hipótesis 0: No se evidencian diferencias sustanciales en las habilidades de indagación científica del grupo de referencia y grupo de tratamiento después de aplicar el laboratorio virtual con los aprendices de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

La tabla 16, informa que el nivel de $p > 0.001$, para la comparación de la prueba final del grupo referencial y del grupo en tratamiento con relación a la formulación de pregunta indagatoria, entonces la diferencia no es significativa estadísticamente, registrándose una mayor puntuación para el grupo control.

Además, el nivel de $p < 0.001$, para la comparación de la prueba final del grupo referencial con el grupo tratado en relación a formular hipótesis, entonces la diferencia es significativa estadísticamente, registrándose una mayor puntuación en el grupo tratado.

Determinación: Se descarta la hipótesis nula.

4.4. Estadísticos de observación

Tabla 15

Frecuencias de observación de los grupos de referencia y en tratamiento (prueba de inicio y salida)

	Observación del desarrollo de habilidad indagatoria			
	No		Si	
	n	%	n	%
Entrada Grupo Experimental	16	72.73	6	27.27
Salida Grupo Experimental	0	0	22	100
Entrada Grupo Control	20	90.91	2	9.09
Salida Grupo Control	7	31.82	15	68.18

Nota: Resultados de habilidad indagatoria. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el 72.73% del grupo experimental no tiene desarrollada la habilidad indagatoria antes del uso del laboratorio mientras que en la observación de salida del mismo grupo el 100% logra desarrollar la habilidad indagatoria.

En el grupo control se observa que el 90.91% no tiene desarrollada la habilidad indagatoria antes del uso del laboratorio, aunque solo el 68.18% logra desarrollar la habilidad indagatoria en la observación de salida.

Tabla 16

Estadística descriptiva de la ficha de observación de los grupos de referencia y de tratamiento (prueba de inicio y salida)

Grupos	n	Media	DE	Mínimo	Máximo
Entrada grupo experimental	22	8.82	2.59	4	12
Salida grupo experimental	22	14.82	2.44	12	20
Entrada grupo control	22	9	2.88	6	20
Salida grupo control	22	12.45	2.82	10	20

Nota: Resultados de la evaluación de inicio y cierre. Fuente: Elaboración propia.

Las puntuaciones en la ficha de observación de entrada del grupo experimental varían entre 4 y 12 puntos, con una media de 8.82 (DE=2.59). Después de la intervención con el laboratorio virtual la puntuación mínima asciende a 12 y la máxima a 20; el promedio pasa a ser 14.82 (DE= 2.44), es decir que la habilidad indagatoria mejora después de la intervención con el laboratorio virtual.

Tabla 17

Tabla de Contingencia de la ficha de observación (Grupo tratado: Entrada y salida)

Observación de Entrada Grupo Experimental		Observación de Salida Grupo Experimental		
		No	Si	Total
No	n	0	16	16
	% del total	0%	72.73%	72.73%
Sí	n	0	6	6
	% del total	0%	27.27%	27.27%
Total	n	0	22	22
	% del total	0%	100%	100%

Nota: Según los datos no se puede estimar el p valor. Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Tabla de Contingencia de ficha de observación (Grupo referencial: Entrada y salida)

Observación de Entrada Grupo Control		Observación de Salida Grupo Experimental		
		No	Si	Total
No	n	6	14	20
	% del total	27.27%	63.64%	90.91%
Sí	n	1	1	2
	% del total	4.55%	4.55%	9.09%
Total	n	7	15	22
	% del total	31.82%	68.18%	100.00%

Nota: Prueba chi cuadrado. Fuente: Elaboración propia.

El p valor es mayor a 0.05, por tanto, no hay diferencia estadísticamente significativa. No existe diferencia en la habilidad indagatoria antes o después del uso del laboratorio presencial.

4.5 Discusión de resultados

Los hallazgos obtenidos mediante la prueba de rango con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas permiten aserir, que usar laboratorios virtuales es efectivo para fortalecer las habilidades indagatorias de adolescentes de cuarto de secundaria que conformaron el grupo experimental. Analizando los resultados para muestras relacionadas con el grupo de tratamiento en la prueba de inicio y final, comprobamos la diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$), alcanzando el grupo experimental mayor puntuación en sus habilidades indagatorias de formular pregunta indagatoria y formular hipótesis, después de aplicar el laboratorio virtual. Por otro lado, examinando resultados de la Prueba U de Mann-Whitney, para contraste del grupo referencial y de tratamiento en la prueba de inicio y final se establece que no se evidencia significancia estadística en la diferencia $p=0.61$, $p > 0.01$ para el desarrollo de las habilidades indagatorias, así como en el postest relacionado con la habilidad de formular preguntas indagatorias; sin embargo, la diferencia es estadísticamente significativa con valor $p < 0.001$ para el postest relacionado con la habilidad de formular hipótesis.

Estos hallazgos tienen similitud con el trabajo cuasiexperimental de Abdelmoneim et al. (2022), quienes verificaron los efectos del uso de laboratorios virtuales en el mejoramiento de habilidades indagatorias como el pensamiento experto y habilidades para formular decisiones en aprendices infantes de un centro educativo para niñas de Gaza. Los resultados del estudio evidenciaron que el grupo de tratamiento era significativamente mayor que el grupo referencial. El estudio desarrolla la prueba de Wilcoxon, obteniendo un $p=0,001$ comparado con el $p < 0.001$ obtenido en la presente investigación, lo que permite avalar que el uso del laboratorio virtual y la simulación tienen un impacto positivo en fortalecer el conocimiento científico.

Por su lado, Siswanto et al., (2018) determinó la eficacia del laboratorio virtual en la mejora de habilidades científicas de adolescentes que aprenden ciencias físicas en una escuela en Indonesia. El uso del laboratorio virtual y su respectivo simulador se

realizó integrándose en diferentes momentos de modo presencial. Las habilidades científicas de interés para este estudio fueron la observación, la comunicación, la clasificación, la medición, la predicción y la interpretación. Este estudio utilizó el método de pre experimento empleando un simulador virtual con un diseño de preprueba y posprueba, midiendo la significancia con la prueba de Wilcoxon, identificando de esta forma la diferencia estadísticamente significativa entre la puntuación previa a la prueba y puntuación posterior ($z=-4,861$; $p=0,0001$). Comparado este último resultado con el $p < 0.001$ obtenido en la presente investigación, se refuerza el impacto positivo de los laboratorios virtuales en el fortalecimiento del conocimiento científico.

Así mismo, Maraza et al. (2023) evalúa el impacto del uso del laboratorio virtual utiliza la plataforma PhET en cuatro sesiones diferenciadas y aplica un pretest y postest. Los resultados resaltan los logros de aprendizaje con los simuladores del laboratorio virtual, se constató una mejora sustancial en los resultados para el total de estudiantes evaluados. El estudio menciona que existe diferencia estadísticamente significativa; sin embargo, no publicaron los valores.

Examinando los resultados obtenidos con la tabla de U de Mann-Whitney, que cuenta con $p < 0.01$, al comparar al grupo referencial y grupo de tratamiento en la prueba final relacionada con formular hipótesis, se contrasta este resultado con los del estudio de Verawat et al., (2022), el cual tiene como valor $p < 0.05$, que informa de una diferencia significativa en las habilidades cognitivas de razonamiento de los aprendices que forman los dos grupos de tratamiento. De esta forma se confirma que las habilidades de razonamiento de los estudiantes que aprenden mediante simulaciones virtuales en una plataforma LMS (e-learning) son mejores que el aprendizaje presencial que utiliza el método expositivo.

A nivel nacional, podemos mencionar estudios como los de Gomez (2014), en el cual se aplica el Taller “ Innovando con la Física” basado en el uso de Laboratorios Virtuales para mejorar habilidades de comprensión de la información, indagación y experimentación y juicio crítico. Obteniendo para la comprensión de la información, una mediana de la prueba de salida con valor 9, 8, la cual se encuentra en el nivel regular, comparada con la mediana de la prueba de entrada que fue de 5 que se

encuentra en el nivel malo; lo que permite observar mejoras de los estudiantes desde un nivel inferior a uno superior.

Obteniendo, además, para la categoría de Indagación y experimentación, la mediana de prueba de salida con valor 14,5; la cual se encuentra en el nivel bueno, que se eleva en comparación a la mediana de la prueba de entrada que fue de 7,3; lo cual nos permite observar mejoras de los estudiantes desde un nivel inferior a uno superior. Mientras que la categoría de juicio crítico, tuvo una mediana en la prueba de salida con valor 10,4; la cual se encuentra en el nivel regular, y se eleva en comparación a la mediana de la prueba de entrada que fue de 6,67.

Los datos se procesaron con estadísticos descriptivos y medidas de tendencia central que sustentan la significancia de los resultados. De esta forma se concluye que el uso de laboratorios virtuales favorecen las habilidades científicas analizadas. Las habilidades de indagación científica como preguntar sobre el hecho o fenómeno que se observa, evidenciar la relación de causa y efecto en la pregunta formulada e identificar el hecho o fenómeno que se investigará experimentalmente se relacionan con la competencia de indagación científica y con la capacidad de formular preguntas indagatorias, las cuales alcanzan un alto nivel de efectividad con el uso de laboratorios virtuales.

Además, las habilidades indagatorias como responder sobre el fenómeno que se plantea en la pregunta indagatoria y evidenciar la relación de causa y efecto en la hipótesis formulada se relacionan con la competencia de indagación científica y la capacidad de formular hipótesis, las cuales alcanzan un alto nivel de efectividad con el uso de laboratorios virtuales. Los estudiantes del grupo en tratamiento fortalecieron sus habilidades para la formulación de preguntas indagatorias después de desarrollar la sesión de ley de Stokes, utilizando el laboratorio virtual y el laboratorio presencial, empezando con 52,27 puntos de media y terminando con 80,45 de media.

Además, los estudiantes del grupo experimental fortalecieron sus habilidades para la formulación de hipótesis después de desarrollar la sesión de ley de Stokes, utilizando el laboratorio virtual y laboratorio presencial, empezando con 17,72 puntos de media y terminando con 74,09 de media. Por otro lado, los aprendices del grupo referencial fortalecieron sus habilidades para formular preguntas indagatorias después de

desarrollar la sesión de ley de Stokes, utilizando solo el laboratorio presencial, empezando con 58,63 puntos de media y terminando con 71,36 de media. Asimismo, los aprendices del grupo referencial fortalecieron sus habilidades para formular la hipótesis después de desarrollar la sesión de ley de Stokes, utilizando solo el laboratorio presencial, empezando con 23,63 puntos de media y terminando con 52,27 de media.

Por tanto, los aprendices del grupo en tratamiento tuvieron mayor nivel de logro que el grupo referencial con respecto a la competencia de formular preguntas indagatorias, categorizándose como aprendizaje logrado con 80.45 puntos de media, mientras que el resultado del grupo referencial se categoriza como aprendizaje en proceso con puntuación de 71.36. Además, los aprendices del grupo experimental tuvieron mayor nivel de logro que el grupo control con respecto a la competencia de formular hipótesis, categorizándose como aprendizaje en proceso con 74,09 puntos de media, mientras que el resultado del grupo control se categoriza como aprendizaje en inicio con puntuación de 52,27.

Finalmente, se muestra que estudiantes del grupo experimental expuestos al uso del laboratorio virtual alcanzaron un nivel de rendimiento más elevado, demostrando rendimiento efectivo en el proceso de aprendizaje de las habilidades indagatorias. Al haberse confirmado la eficacia de los laboratorios virtuales en la potenciación de habilidades de indagación científica, conviene resaltar de forma específica que los estudiantes del grupo de tratamiento, previo a la aplicación del uso de laboratorios virtuales, registraban para la habilidad de formular preguntas indagatorias los siguientes resultados:

En el nivel de inicio al 72.73%, en el nivel de proceso 18.18%, en el nivel de logrado 4.55% y en el nivel de logro destacado a 4.55%. Tras la aplicación de laboratorios virtuales, la mejoría se evidencia en el nivel de inicio tiene 4.55%, en el nivel de proceso tiene 31.82%, en el nivel de logrado 4.55% y en el nivel de logro destacado 59.09 %. Así mismo, con respecto a la eficacia de los laboratorios virtuales en la mejora de habilidades científicas del grupo experimental relacionada con la formulación de hipótesis se obtuvo en el nivel de inicio al 77.27%, en el nivel de proceso 22.73%, en el nivel de logrado 0% y en el nivel de logro destacado a 0%. Luego de la aplicación de laboratorios virtuales, la mejoría se evidencia en el nivel de

inicio tiene 13.64%, en el nivel de proceso tiene 40.91%, en el nivel de logrado tiene 22.73% y en el nivel de logro destacado tiene 22.73%. Con estos resultados se determina la eficacia de laboratorios virtuales para el fortalecimiento de habilidades indagatorias.



CONCLUSIONES

- Existen diferencias significativas en el desarrollo de habilidades de indagación científica del grupo de tratamiento previo y posterior a utilizar el laboratorio virtual en los estudiantes de cuarto de secundaria de educación básica regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- No existen diferencias significativas en el desarrollo de habilidades de indagación científica del grupo referencial previo y posterior de utilizar el laboratorio virtual en los estudiantes de cuarto de secundaria de educación básica regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- No existen diferencias significativas en el desarrollo de habilidades de indagación científica del grupo de tratamiento y referencial antes de utilizar el laboratorio virtual en los estudiantes de cuarto de secundaria de educación básica regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- Existen diferencias significativas en el desarrollo de habilidades de indagación científica del grupo de tratamiento y referencial después de utilizar el laboratorio virtual en los estudiantes de cuarto de secundaria de educación básica regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.
- Se comprueba la hipótesis general, los cambios observados en el grupo de tratamiento, se atribuyen al efecto del uso del laboratorio virtual, es decir el uso de laboratorios virtuales mejoró significativamente las habilidades de indagación científica de los estudiantes de cuarto de secundaria de educación básica regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.

RECOMENDACIONES

- Aumentar la cantidad de sujetos de estudio para comprobar la efectividad de los laboratorios virtuales.
- Considerar para otros estudios de investigación, comparar diferentes plataformas de laboratorio virtual con la finalidad de evaluar su impacto sobre las mismas capacidades indagatorias y habilidades de indagación científica.
- Conviene focalizar la muestra de estudiantes con trastornos del neurodesarrollo, a fin de analizar cómo influyen en la adquisición de competencias científicas.
- Comunicar los hallazgos de investigación a las autoridades de la institución, para analizar y promover la implementación del laboratorio virtual fortaleciendo las habilidades de indagación científica.

Referencias bibliográficas

- Aljuhani, K., Sonbul, M., Althabiti M. y Meccawy, M. (2018). Creating a Virtual Science Lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools. *Smart Learning Environments*, 5 (16), 2-13
<https://doi.org/10.1186/s40561-018-0067-9>
- Alvarez, A. (2020). *Requerimientos para el diseño de la experiencia de inmersión en laboratorios virtuales*. *KEPES*.17(22). 277-299
<https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/kepes/article/view/2611/2412>
- Ames, E. (2023). *Curso de actualización en indagación mediante métodos científicos para construir conocimientos*.
- Angulo, G. (2012). *Impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje por descubrimiento de la cinemática bidimensional en estudiantes de educación media*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga], Repositorio Institucional, https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/3041/2012_Tesis_Angulo_Mendoza_Gustavo_Adolfo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arnold, J., Boone, W., Kremer, K. y Mayer J. (2018). Assessment of Competencies in Scientific Inquiry Through the Application of Rasch Measurement Techniques. *Educ. Sci.* 2018, 8(4), 184;
<https://doi.org/10.3390/educsci8040184>
- Astudillo, B. (2017). *Modelo ADDIE como apoyo al desarrollo docente instrumental en competencias TIC como plan de certificación en estándares internacionales*. [Tesis de maestría, Universidad de Chile], Repositorio institucional, <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/167803>
- Austeros, J., Porr, M. , Riedel, N. , Geier, D. , Becker, T. , Scheper, T. , Marquard D., Lindner, P. y Beutel S.(2018). Introducing a Virtual Assistant to the Lab: A Voice User Interface for the Intuitive Control of Laboratory Instruments Jonas Austerjost. *Translating Life Sciences Innovation*. 23(5):476-482. <https://journals-sagepub-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/doi/pdf/10.1177/2472630318788040>
- Bernard, A. (2013). Activity -Based Learning Strategies in the Mathematics Classrooms. *Journal of Education and Practice*, 4(13), 8-13.
<https://core.ac.uk/download/pdf/234634479.pdf>
- Bosco, Emilio. (2009). La desigualdad de resultados educativos: aportes a la teoría desde la investigación sobre eficacia escolar. *Revista Mexicana*

de *Investigación Educativa*, 14(43), 1019-1049.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662009000400003&lng=es&tlng=es

- Byukusenge, C. , Nsanganwimana, F., Tarmo, A. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology: A Review of Literature, *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 3, (6), 1-17. <https://doi.org/10.26803/ijlter>
- Cabero, J. Marín, V. y Castaño, C. (2015). Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC. *Revista Innovación Educativa*. (13-22)
<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/17286/%40tic%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caño, A. y Burgoa, B. (2017). PISA, Competencia Científica. Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (ISEI-IVEI). https://isei-ivei.euskadi.eus/c/document_library/get_file?uuid=35e2983a-7b45-4fb3-943d-b5d8dc459b4a&groupId=635622
- Conde, M., Sanchez, E. , Rico R., Frías, O. , Romero, S. (2019). El laboratorio virtual de física, un entorno B-Learning para el desarrollo de competencias en ciencias naturales, 40-36. *Revista Espacios*.
- Cuenca, A., Alvarez, M., Ontaneda, L., Ontaneda, E., Ontaneda, S. (2021). La Taxonomía de Bloom para la era digital: actividades digitales docentes en octavo, noveno y décimo grado de Educación General Básica (EGB) en la Habilidad de «Comprender». *Revista Espacios*, 42(11), DOI: 10.48082/espacios-a21v42n11p02
- CNEB (2016). Programa Curricular de Educación Secundaria del MINEDU. <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-curricular-educacion-secundaria.pdf>
- El-Aziz , H. (2011). *The Impact of a Web-Based Virtual Lab on the Development of Students' Conceptual Understanding and Science Process Skills*. [Tesis de doctorado, University of technology], Repositorio institucional, <https://d-nb.info/1013549376/34>
- European Commission. (2006). Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Official Journal of the European Union*, 396, 10-18. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:ES:PDF>
- Ferreira, H.; Peretti, G.; Vidales, S. (2011). Hacia un proyecto curricular y pedagógico centrado en la adquisición y desarrollo de capacidades. *Hallazgos*.8(15).119-135.

- Gomez, F., Ortiz, G., Sánchez, M., Tello, R., Zurita, Y. (2014). La aplicación del Taller “Innovando con la Física”, basado en el uso de laboratorios virtuales , mejora el aprendizaje de Física, en el área de Ciencia, Tecnología y Ambiente (CTA), en los estudiantes de 5to grado A de Educación Secundaria de la Institución Educativa Parroquial Gratuita (IEPG) “ Madre Admirable” San Luis UGEL 07.[Tesis de Licenciatura-Instituto Pedagógico de Monterrico]. <http://repositorio.monterrico.edu.pe/bitstream/20.500.12905/1167/1/TE SIS%20MF%202014.pdf>
- Gunawan, G., Suranti N., Nisrina, N., Herayanti, L. y Rahmatiah, R.(2018). The effect of virtual lab and gender toward students’ creativity of physics in senior high school. *Journal of Physics*, 1108, (2-8) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1108/1/012043/pdf>
- Gunawan, G. , Harjono, A. , Hermansyah y Herayanti L. (2019). Guided Inquiry Model through virtual laboratory to enhance students science process skills on heat concept. *Cakrawala Pendidikan*, 38 (2), DOI: 10.21831/cp.v38i2.23345
- Haryadi, R., Pujiastuti, H. (2019). PhET simulation software-based learning to improve science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*. DOI:10.1088/1742-6596/1521/2/022017
- Infante, Ch.(2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*,19(62), 917-937 http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013
- Innatesari, D., Sajidan, S., y Sukarmin, S. (2019). The profile of students’ scientific inquiry literacy based on scientific inquiry literacy test (ScInqLiT). *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1227/1/012040/pdf>
- Irinoye, J., Bamidele,E., Adetunji, A., Awodele, B. (2015). Relative effectiveness of Guided Inquiry and Demonstration Methods on Students Performance in Practical Chemistry in Secondary Schools in Osun State, Nigeria. *Advances in Social Sciences Research Journal*. 2(2). DOI:10.14738/assrj.22.824.
- Izasa.V.L (2014). Estilos de Aprendizaje: una apuesta por el desempeño académico de los estudiantes en la Educación Superior/Styles of Learning: a bet for the academic performance of the students in the higher education. *Encuentros*, 12(2), 25 <http://www.scielo.org.co/pdf/encu/v12n2/v12n2a02.pdf>
- Jirout, J., y Zimmerman, C. (2015). Development of Science Process Skills in the Early Childhood Years. En K. Cabe Trundle & M. Saçkes (Eds.). *Research in Early Childhood Science Education* (143-165).

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2801

- Kuhn, D.; Dean, D.(2005). Is developing scientific thinking all about learning to control variables?. *Psychol. Sci.*, 16, 866.
- Lestari, D., Paidi, S. Herianto, S. (2023). Effect of science virtual laboratory combination with demonstration methods on lower-secondary school students' scientific literacy ability in a science course. *Educ Inf Technol* (2023). <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8>
- Maraza B. , Torres, J., Telma, G., Morales, R. , Aguilar, J., Esleyder, N., Caytairo, S. y Huaracha, D. (2023). Towards the Development of Research Skills of Physics Students through the Use of Simulators. *International Journal of Emerging Technologies for E-Learning*. 2(2). 11-24. <https://ijetel.com/wp-content/uploads/2023/05/V2-N2-01.pdf>
- Marrero, J. , Negrín, M., González P.(2021). Las TIC en la didáctica de las ciencias en el ámbito español: revisión sistemática en relación con el tratamiento de competencias digitales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (41), 119-136. <https://doi.org/10.7203/dces.41.20260>
- Marwa E. y Sufian F. (2019). Science Teachers' and Students' Perceptions of the Implementation of Inquiry-Based Learning. *Journal of Education*, 199(1), 13-23. <https://journals-sagepub-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/doi/pdf/10.1177/0022057419835791>
- Ministerio de Educación (2015). Rutas del aprendizaje ¿Qué y cómo aprenden nuestros estudiantes? VII Ciclo. <http://www.minedu.gob.pe/DelInteres/pdf/documentos-secundaria-cienciayambiente-vii.pdf>
- Ministerio de Educación (2015). Marco del buen desempeño docente, para mejorar tu práctica como maestro y guiar el aprendizaje de tus estudiantes. <http://www.minedu.gob.pe/pdf/ed/marco-de-buen-desempeno-docente.pdf>
- Ministerio de Educación (2018). *El Perú en PISA 2018 Informe Nacional de resultados*. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/7725>
- Ministerio de Educación (2019). Perú sigue siendo el país de América Latina, que muestra mayor crecimiento histórico en matemática, ciencia y lectura. <https://umc.minedu.gob.pe/pisa-peru-sigue-siendo-el-pais-de-america-latina-que-muestra-mayor-crecimiento-historico-en-matematica-ciencia-y-lectura/>

- Ministerio de Educación [MINEDU]. (2019, 01 de abril). *Evaluaciones de logro de aprendizaje resultados 2019*. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/PPT-web-2019-15.06.19.pdf>
- Mubarok, H., Suprpto, N. y Adam S. (2018). Using Inquiry-Based Laboratory to improve students' High Order Thinking Skills (HOTs). *Journal of Physics*. 1171,(1-4) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1171/1/012040/meta>
- Muñoz, J. y Charro, E. (2015). Los ítems PISA como herramienta para el docente en la identificación de los conocimientos y habilidades científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 14(2), 317–338. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92050579003.pdf>
- Nedungadi, P., Prabhakaran, M. y Raman, R. (2017). Benefits of activity base learning pedagogy with online labs (OLabs). *Innovation and Technology in Education*. 52-56, doi: 10.1109/MITE.2017.00015.
- Nedungadi, P., Raman, R., McGregor, M.(2013). Enhanced STEM Learning with Online Labs: Empirical study comparing physical labs, tablets and desktops. *AMRITA UNIVERSITY*. 978(1). 4673-5261. <https://amrita.edu/wp-content/uploads/2017/05/enhanced-stem-learning-with-online-labs-empirical-study-comparing-physical-labs-tablets-and-desktops.pdf>
- OLABS (2023). Ministry of electronics and information technology <https://www.olabs.edu.in/?pg=topMenu&id=5#What is Online Labs>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016). Programa PISA de la OCDE. <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación [UNESCO].(2021). *Recursos Educativos Abiertos*. <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/rea>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pai-Hsing, W. y Hsin-Kai, W. (2020). Constructing a model of engagement in scientific inquiry: investigating relationships between inquiry-related curiosity, dimensions of engagement, and inquiry abilities. *Instructional Science*, 48(1), 79-113. <https://www.proquest.com/docview/2367633875?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Powell, A., Watson, J., Staley, P.; Patrick, S., Horn, M.; Fetzer, L.; Hibbard, L.; Oglesby, J.; Verma, S. (2015). Promising Practices Blended and Online

Learning. *INACOL, The International Association for K–12 Online Learning*, 3-19. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED560788.pdf>

Puji, D., Paidi, S. y Suwarjo, H. (2023). Effect of science virtual laboratory combination with demonstration methods on lower-secondary school students' scientific literacy ability in a science course. *Education and Information Technologies*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8>

Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc. Graw Hill (6 ta edición)

Santana, I. (2015). Diseño Cuasi-experimental (pretest/postest) Aplicado a la implementación de TICS en el grado de Inglés elemental: Caso Universidad Tecnológica de Santiago Recinto Santo Domingo. DOI: [10.13140/RG.2.2.20540.18565](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20540.18565)

Sasikumar, M. (2016). Online labs for school Labs experiments. Center for development of advance computing. <https://ciet.nic.in/upload/LearningThroughOLabs-v2.pdf>

Sypsas, A., Paxinou, E. y Kalles, D. (2019). Reviewing inquiry-based learning approaches in virtual laboratory environment for science education. 10th International Conference in Open y Distance Learning, 74-89. <https://e proceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/openedu/article/view/2288/2702>

Siswanto S., Surya G., Yusiran Y., Eli T. (2018). Scientific approach - integrated virtual simulation: A physics learning design to enhance student science process skills. *Unnes Science Education Journal*, 7(1), 7-12. DOI:10.15294/USEJ.V7I1.21359

Siti J., Soepriyono K., Eny L. (2017). Guided Inquiry Method Employing Virtual Laboratory to Improve Scientific Working Skills. *Jurnal Pendidikan Sains*, 5 (1), 17–25 <https://media.neliti.com/media/publications/122129-EN-guided-inquiry-method-employing-virtual.pdf>

Sudlow-Naggie, N. (2020). *The effects of virtual laboratory activities on science learning Theses and Dissertations*. [Tesis de doctorado, St. John's University], repositorio institucional, https://scholar.stjohns.edu/theses_dissertations

Trujillo, W.; CuroMaquén, L.; Paredes, L.; Carbajal, K. (2023). Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental. *TELOS: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 25(2), 459-476. <https://doi.org/10.36390/telos252.15>

Ubral, E. (2016). The effect of Guided - Inquiry Laboratory Experiments on Science Education Students Chemistry Laboratory Attitudes, Anxiety

and Achievement. *Journal of Education and Training Studies*. 4(4).
URL:<http://dx.doi.org/10.11114/jets.v4i4.1395>

UNESCO (2015) . *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232986>

UNIR Revista [UNIR], (2020). La metodología TPACK: en qué consiste este modelo y cuáles son sus ventajas.
<https://www.unir.net/educacion/revista/tpack-que-es/>

Vega, O. , Londoño S. y Toro S. (2016). Laboratorios virtuales para la Enseñanza de las Ciencias. *Ventana Informática*. (35), 97-110.
<https://doi.org/10.30554/ventanainform.35.1849.2016>

Wästberg, B. , Eriksson, T. , Karlsson G., Sunnerstam, M. , Axelsson, M., y Billger M. (2018). Design considerations for virtual laboratories: A comparative study of two virtual laboratories for learning about gas solubility and colour appearance. *Education and Information Technologies*, (24), 2059–2080
<https://doi.org/10.1007/s10639-018-09857-0>

Zeidan, A. y Rashed, M. (2015). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World Journal of Education*, 5(1), 13-24 <http://dx.doi.org/10.5430/wje.v5n1p13>



Anexo 1. Matriz de consistencia

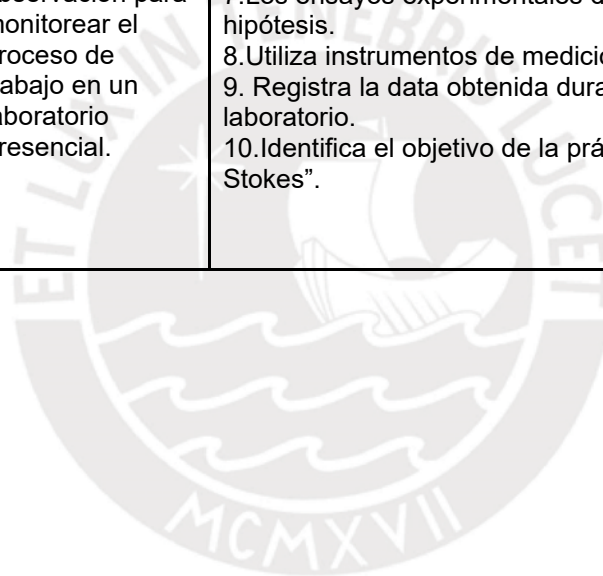
Problema	Objetivos	Variables	Instrumento
<p>¿En qué medida el uso del laboratorio virtual contribuye a fortalecer las habilidades de indagación científica como la formulación de preguntas científicas e hipótesis en comparación con el uso de laboratorios presenciales de los estudiantes de cuarto de secundaria de una institución privada de Lima Metropolitana?</p>	<p>General:</p> <p>Determinar en qué medida el uso de laboratorio virtual contribuye a mejorar el nivel de logro de la competencia científica de los estudiantes de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa en Lima Metropolitana.</p> <p>Específico:</p>	<p>Independiente:</p> <p>Uso de laboratorios</p>	<p>Ficha de observación</p>
	<p>Comprobar el nivel de efectividad del uso de laboratorios virtuales para fortalecer la habilidad de formular preguntas científicas en estudiantes de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.</p> <p>Comprobar el nivel de efectividad del uso de laboratorios virtuales para fortalecer la habilidad de formular hipótesis en estudiantes de cuarto de secundaria de Educación Básica Regular de una institución educativa de Lima Metropolitana.</p>	<p>Dependiente:</p> <p>Habilidad de indagación científica</p>	<p>Cuestionario</p>

Anexo 2: Indicadores y descriptores de las variables

Variable	Definición conceptual	Indicador	Descriptor del indicador	Ítem	Valor	Escala
Habilidad de indagación científica	Las habilidades de indagación científica se comprenden como el conjunto de actividades investigativas organizadas e integradas que realiza el estudiante durante el proceso de aprendizaje con la finalidad de que observe la realidad, problematice, examine fuentes de información, genere hipótesis, planifique la investigación y comunique los resultados	Formula preguntas sobre el hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico que indaga para delimitar el problema.	Pregunta sobre el hecho o fenómeno que observa.	<p>¿Qué variable independiente identificas en la experiencia analizada?</p> <p>a. Coeficiente de viscosidad de fluidos b. Diámetro de la probeta c. Tiempo de caída de la esfera</p>	<p>De 90 a 100 AD: Logro destacado</p> <p>De 75 a 89: A: Logrado</p> <p>De 55 a 74: B: Proceso</p> <p>De 0 a 54: C: Inicio</p>	Razón
			Evidencia relación de causa y efecto en la pregunta formulada.	<p>¿Qué variable dependiente identificas en la experiencia analizada?</p> <p>a. Diámetro de la esfera. Velocidad terminal de la esfera. b. Velocidad terminal de la esfera. c. Altura de caída de la esfera.</p> <p>¿Qué pregunta indagatoria podrías formular a partir de la experiencia analizada?</p> <p>a. ¿Qué relación existe entre el coeficiente de viscosidad y la altura de caída de las esferas? b. ¿Qué relación existe entre el coeficiente de viscosidad de los fluidos y el diámetro de las esferas? c. ¿Qué relación existe entre el coeficiente de viscosidad de los fluidos y la velocidad terminal de la esfera?</p>		
			Identifica el hecho o fenómeno que se investigará experimentalmente.	<p>¿Cuál es el objetivo de realizar la experiencia analizada?</p> <p>a. Determinar el coeficiente de viscosidad y su relación con el diámetro de la esfera. b. Determinar el coeficiente de viscosidad y su relación con la altura de caída de las esferas. c. Determinar el coeficiente de viscosidad y su relación con la velocidad terminal de la esfera.</p>		

			Utiliza variables medibles y comprobables en la formulación de la pregunta.	<p>¿Cómo se hace medible la variable independiente?</p> <p>a. Calculando por fórmula los coeficientes de viscosidad de los fluidos. b. Utilizando un instrumento de medición para determinar el diámetro de la probeta. c. Utilizando un cronómetro para estimar el tiempo de caída de la esfera.</p> <p>¿Cómo se hace medible la variable dependiente?</p> <p>a. Utilizando un instrumento para medir el diámetro de la esfera y estimando por fórmula la velocidad terminal. b. Utilizando un instrumento para controlar el tiempo de caída de la esfera y estimando por fórmula la velocidad terminal. c. Utilizando un instrumento para medir la altura de caída de la esfera y estimando por fórmula la velocidad terminal.</p>		
		Determina el comportamiento de las variables, y plantea hipótesis basadas en conocimientos científicos, en las que establece relaciones de causalidad entre las variables que serán investigadas.	Responde sobre el fenómeno que se plantea en la pregunta indagatoria.	<p>¿Qué hipótesis se adecua a la experiencia planteada y pregunta indagatoria seleccionada anteriormente?</p> <p>a. Si el coeficiente de viscosidad del fluido es mayor entonces la velocidad terminal de la esfera es nula. b. Si el coeficiente de viscosidad del fluido es mayor entonces la velocidad terminal de la esfera será mayor. c. Si el coeficiente de viscosidad del fluido es mayor entonces la velocidad terminal de la esfera será menor.</p> <p>¿Qué nivel de coherencia encuentras entre la pregunta indagatoria y la hipótesis de la tabla anterior?</p> <p>a. Bastante coherencia b. Poca coherencia c. Ninguna coherencia</p>		
			Evidencia relación de causa y efecto en la hipótesis formulada.			

Uso de laboratorios	El uso de laboratorios permite realizar la actividad experimental como un aspecto clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tanto por la fundamentación teórica como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental.	Uso del laboratorio virtual	Se utiliza una ficha de observación para monitorear el proceso de uso del laboratorio virtual.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explora el entorno educativo reconociendo materiales o equipos accesibles. 2. Indaga previamente sobre la práctica "Ley de Stokes, buscando información confiable. 3. Manipula los instrumentos accesibles evidenciando manejo de psicomotricidad fina. 4. Realiza ensayos de la práctica "Ley de Stokes". 5. Identifica la variable independiente para la experiencia. 6. Identifica la variable dependiente para la experiencia. 7. Los ensayos experimentales definen la validez de las hipótesis. 8. Utiliza instrumentos de medición de forma adecuada. 9. Registra la data obtenida durante la experiencia de laboratorio. 10. Identifica el objetivo de la práctica de laboratorio "Ley de Stokes". 	<p>Grupo 1</p> <p>De 0-10: Cuenta con pocas o ninguna habilidad indagatoria.</p> <p>Grupo 2</p> <p>De 11-20: Cuenta con varias o todas las habilidades indagatorias evaluadas.</p>	Nominal
		Uso del laboratorio presencial	Se utiliza una ficha de observación para monitorear el proceso de trabajo en un laboratorio presencial.			



Anexo 3: V de Aiken de juicio de expertos

Resultados del juicio de expertos y prueba V de Aiken

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
1	2	3	4	5

Criterios	Claridad										Objetividad										Organización										Suficiencia										Coherencia									
	Está formulado con lenguaje apropiado										Está expresado en elementos observables										Existe una organización lógica entre sus ítems										Comprende los aspectos necesarios entre cantidad y calidad.										Tiene relación entre variables e indicadores									
Evaluador	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Experto N° 1	4	5	4	4	3	4	5	3	4	3	5	4	3	5	2	4	5	4	2	3	4	5	4	4	3	4	5	3	4	3	5	4	3	5	2	4	5	4	2	3	4	5	3	2	4	4	3	2	4	5
Experto N° 2	4	4	3	4	4	4	4	2	3	3	5	3	4	4	3	4	5	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	2	3	3	5	3	4	4	3	4	5	3	3	4	3	4	3	3	5	4	4	3	4	5
V de Aiken por pregunta	1,0	1,1	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	0,6	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	0,6	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	0,6	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	0,6	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	0,6	0,9					
V de Aiken por criterio	0,9										0,9										0,9										0,9																			

V de Aiken del cuestionario: 0.9

El resultado tiene aproximación a 1, por lo que se concluye que el instrumento tiene validez

Anexo 4. Consentimiento informado para los participantes

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lima,

Tengo el agrado de dirigirme a usted con el propósito de informarle acerca del proyecto de investigación titulado **“Uso de laboratorios virtuales para desarrollar la indagación científica de estudiantes de secundaria”**, desarrollado por *Jannett Trujillo Aquino*, maestría en la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El propósito de la investigación es **determinar el impacto del uso de laboratorios virtuales sobre el rendimiento académico de la competencia y habilidades de indagación científica como la formulación de preguntas científicas e hipótesis en estudiantes de 4to de secundaria de la Educación Básica Regular de una Institución Educativa de Lima Metropolitana**, este estudio permitirá innovar y fortalecer estrategias de enseñanza propias del área de Ciencia y Tecnología.

Para ello, se le solicita dar su consentimiento a fin de que su menor hijo/a, pueda participar en la experiencia resolviendo una prueba de entrada y otra prueba de salida, resultados que no serán considerados como parte del proceso valorativo académico.

La participación de su menor hijo/a en la investigación es completamente voluntaria y usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna consulta sobre la investigación, puede formularla cuando lo estime conveniente. La identidad de los participantes será tratada de manera anónima, es decir, la investigadora no revelará su identidad en las respuestas e intervenciones que tenga a lo largo de la investigación. Asimismo, su información será analizada de manera conjunta con la de sus compañeros y servirá sólo para fines académicos propios de la investigación.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre del estudiante:	
Nombre del Padre/Madre de familia:	
N° DNI del Padre/Madre de familia:	
Fecha	Firma

Anexo 5. Carta de invitación a expertos

Carta de validación de Instrumento

Lima,

Docente

Asunto: Validación de instrumento por criterio de especialista.

Es grato dirigirme a usted para expresarle un saludo cordial e informarle que, como parte del desarrollo de la tesis del Programa Académico de la Maestría de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con mención en “Maestría en Integración e Innovación Educativa de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)”, estoy desarrollando la tesis titulada **“Uso de laboratorios virtuales para desarrollar la indagación científica de estudiantes de secundaria”**. Motivo por el cual, he realizado una matriz de validación del instrumento que se va a utilizar.

Por lo expuesto, con la finalidad de darle el debido rigor científico, se requiere la validación de dicho instrumento a través de la evaluación de Juicio de Expertos. Por ello, con el debido respeto me permito solicitarle su participación como juez, apelando a su trayectoria y reconocimiento profesional. Para ello, adjunto la matriz de validación.

Agradezco por anticipado su colaboración y aporte en la presente, me despido de usted, no sin antes expresarle los sentimientos de consideración y estima personal.

Atentamente;

Lic. Jannett Trujillo Aquíño

Carta de validación de Instrumento

Lima,

Docente

Asunto: Validación de instrumento por criterio de especialista.

Es grato dirigirme a usted para expresarle un saludo cordial e informarle que, como parte del desarrollo de la tesis del Programa Académico de la Maestría de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con mención en “Maestría en Integración e Innovación Educativa de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)”, estoy desarrollando la tesis titulada **“Uso de laboratorios virtuales para desarrollar la indagación científica de estudiantes de secundaria”**. Motivo por el cual, he realizado una matriz de validación del instrumento que se va a utilizar.

Por lo expuesto, con la finalidad de darle el debido rigor científico, se requiere la validación de dicho instrumento a través de la evaluación de Juicio de Expertos. Por ello, con el debido respeto me permito solicitarle su participación como juez, apelando a su trayectoria y reconocimiento profesional. Para ello, adjunto la matriz de validación.

Agradezco por anticipado su colaboración y aporte en la presente, me despido de usted, no sin antes expresarle los sentimientos de consideración y estima personal.

Atentamente;

Lic. Jannett Trujillo Aquíño

Anexo 6. Instrumento cuestionario pretest y postest

Título: ¿Cómo formulamos nuestras preguntas indagatorias e hipótesis?

Estimado participante:

El presente cuestionario tiene por finalidad conocer las formas y estilos que manejan para formular preguntas indagatorias e hipótesis como parte de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" del área de Ciencia y Tecnología. Agradecemos su predisposición y colaboración con la investigación en proceso.

Datos :

Fecha: ____/____/ 2022

Hora: ____ a.m.

Duración: 30 (min.)

Código de participante : _____ (Ejemplo: EA1)

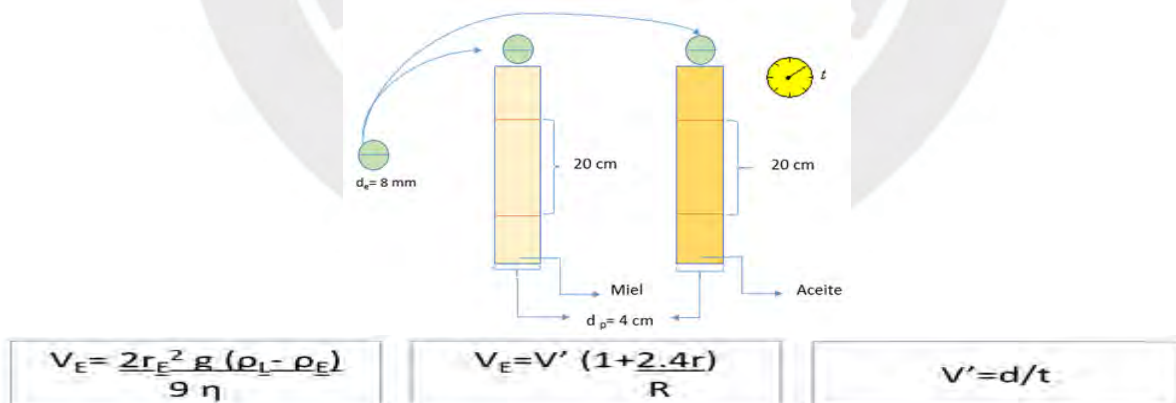
Edad: _____

Instrucciones:

- Para la ejecución de esta evaluación se necesita un lapicero, lápiz, borrador.
- Leer atentamente la situación que se plantea a continuación y posteriormente responder marcando la respuesta que considere correcta.
- Marcar con un aspa (X) la letra de la alternativa que considere correcta.
- Puede utilizar los espacios blancos de la hoja para realizar apuntes que considere necesarios.
- Durante la evaluación no podrá salir a los servicios higiénicos.

SITUACIÓN

Un equipo de estudio pretende comparar los valores experimentales de coeficiente de viscosidad de dos fluidos, con sus respectivos valores teóricos; como también, estimar la velocidad terminal de la esfera en determinados fluidos. Para lo cual, dejan caer una esfera de 8 mm de diámetro en una probeta que contiene miel y en otra probeta que contiene aceite, controlando el tiempo de recorrido en 20 cm de altura, como se observa en la Fig. 1. ¿Qué pregunta indagatoria se puede formular a partir de la situación planteada? ¿Qué hipótesis se formularía al respecto?



V_E : Velocidad terminal de esfera

r_E : Radio de esfera

η : Coeficiente de viscosidad

R : Radio de probeta

ρ_L : Densidad del líquido

ρ_E : Densidad de la esfera

BLOQUE I

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué variable independiente identificas en la experiencia analizada? (20 puntos)

- a. Coeficiente de viscosidad de fluidos
- b. Diámetro de la probeta
- a. Tiempo de caída de la esfera

2. ¿Cómo se hace medible la variable independiente? (20 puntos)

- a. Calculando por fórmula los coeficientes de viscosidad de los fluidos.
- b. Utilizando un instrumento de medición para determinar el diámetro de la probeta.
- c. Utilizando un cronómetro para estimar el tiempo de caída de la esfera.

3. ¿Qué variable dependiente identificas en la experiencia analizada? (20 puntos)

- a. Diámetro de la esfera.
- b. Velocidad terminal de la esfera.
- c. Altura de caída de la esfera.

4. ¿Cómo se hace medible la variable dependiente? (20 puntos)

- a. Utilizando un instrumento para medir el diámetro de la esfera y estimando por fórmula la velocidad terminal.
- b. Utilizando un instrumento para controlar el tiempo de caída de la esfera y estimando por fórmula la velocidad terminal.
- c. Utilizando un instrumento para medir la altura de caída de la esfera y estimando por fórmula la velocidad terminal.

5. ¿Qué pregunta indagatoria podrías formular a partir de la experiencia analizada? (10 puntos)

- a. ¿Qué relación existe entre el coeficiente de viscosidad y la altura de caída de las esferas?
- b. ¿Qué relación existe entre el coeficiente de viscosidad de los fluidos y el diámetro de las esferas?
- c. ¿Qué relación existe entre el coeficiente de viscosidad de los fluidos y la velocidad terminal de la esfera?

6. ¿Cuál es el objetivo de realizar la experiencia analizada? (10 puntos)

- a. Determinar el coeficiente de viscosidad y su relación con el diámetro de la esfera.
- b. Determinar el coeficiente de viscosidad y su relación con la altura de caída de las esferas.
- c. Determinar el coeficiente de viscosidad y su relación con la velocidad terminal de la esfera.

BLOQUE II

Responde las siguientes preguntas:

1. **¿Qué hipótesis se adecua a la experiencia planteada y pregunta indagatoria seleccionada anteriormente? (20 puntos)**

- Si el coeficiente de viscosidad del fluido es mayor entonces la velocidad terminal de la esfera es nula.
- Si el coeficiente de viscosidad del fluido es mayor entonces la velocidad terminal de la esfera será mayor.
- Si el coeficiente de viscosidad del fluido es mayor entonces la velocidad terminal de la esfera será menor.

2. **¿Cuál es la variable independiente en la hipótesis seleccionada anteriormente? (20 puntos)**

- Coeficiente de viscosidad del fluido.
- Velocidad terminal de la esfera.
- Coeficiente de viscosidad del fluido y velocidad terminal de la esfera.

3. **¿Cuál es la variable dependiente en la hipótesis seleccionada anteriormente? (30 puntos)**

- Coeficiente de viscosidad del fluido.
- Velocidad terminal de la esfera.
- Coeficiente de viscosidad del fluido y velocidad terminal de la esfera.

4. **Completa la siguiente tabla y luego responde: (30 puntos)**

Escribe la pregunta indagatoria seleccionada en la pregunta 5.	
Escribe la hipótesis seleccionada en la pregunta 7	

¿Qué nivel de coherencia encuentras entre la pregunta indagatoria y la hipótesis de la tabla anterior?

- Bastante coherencia
- Poca coherencia
- Ninguna coherencia

Ficha de Observación					
N° Evidencia	Ponderación	Indicador	Sí	No	Observaciones
1	2.0	Explora el entorno educativo reconociendo materiales o equipos accesibles.			
2	2.0	Indaga previamente sobre la práctica "Ley de Stokes, buscando información confiable.			
3	2.0	Manipula los instrumentos accesibles evidenciando manejo de psicomotricidad fina.			
4	2.0	Realiza ensayos de la práctica "Ley de Stokes".			
5	2.0	Identifica la variable independiente para la experiencia.			
6	2.0	Identifica la variable dependiente para la experiencia.			
7	2.0	Los ensayos experimentales definen la validez de las hipótesis.			
8	2.0	Utiliza instrumentos de medición de forma adecuada.			
9	2.0	Registra la data obtenida durante la experiencia de laboratorio.			
10	2.0	Identifica el objetivo de la práctica de laboratorio "Ley de Stokes"			