

Causil V., L. A. y Rodríguez B., A. E. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. Plumilla Educativa, 27 (1), 105-128. DOI: 10.30554/pe.1.4204.2021.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales

Luis Alfonso Causil Vargas¹
Adrián Enrique Rodríguez De la Barrera²

Resumen

El presente artículo muestra los resultados de una investigación realizada en el año 2019, en la Escuela Normal Superior Santa Teresita, del municipio de Lórica, departamento de Córdoba, tuvo como objetivo estudiar los efectos del uso de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos (ABP) mediante la experimentación en el laboratorio, como una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. El estudio fue observacional y analítico de cohorte. El estudio se realizó con 65 estudiantes divididos en dos grupos, uno experimental, al cual se le aplicó la metodología de aprendizaje basado en proyectos a través de una técnica basada en la experimentación y uso de laboratorio como estrategia de aprendizaje y otro grupo como control, usando una estrategia convencional. Se aplicó el coeficiente Alpha de Cronbach de 0.88 donde se analizaron tres variables: competencia cognitiva, competencia interpersonal y competencia intrapersonal. Los resultados

¹ Luis Alfonso Causil Vargas. Magister en Microbiología; Doctorando en Ciencias de la Educación. Docente Universidad de Córdoba. correo electrónico: luiscausilvargas@gmail.com

² Adrián Enrique Rodríguez De la Barrera. Biólogo de la Universidad de Córdoba; Docente Escuela Normal Superior Santa Teresita, Lórica, Colombia. Correo electrónico: adrian.norssate@gmail.com

muestran que alumnos pertenecientes al grupo experimental, obtuvieron mayor porcentaje por nivel en las tres competencias, con respecto al grupo control. En conclusión, el método de Aprendizaje Basado en Proyectos, resulta ser una herramienta útil para aumentar la capacidad de análisis, riqueza conceptual, conocimiento alfabético y resolución de problemas de experimentos y prácticas de laboratorio, en el área de las ciencias naturales.

Palabras clave: Aprendizaje, Proyecto, Enseñanza, didáctica, metodología.

Project Based Learning (ABP): laboratory experimentation, a Natural Sciences teaching methodology

Abstract

This article shows the results of an investigation carried out in 2019, at the Santa Teresita Higher Normal School, in the municipality of Lorica, department of Córdoba, the objective of which was to study the effects of the use of the project-based learning strategy (ABP) through experimentation in the laboratory, as a teaching methodology of Natural Sciences. The study was observational and analytical cohort. The study was carried out with 65 students divided into two groups, one experimental, to which the project-based learning methodology was applied through a technique based on experimentation and use of the laboratory as a learning strategy and another group as a control. Using a conventional strategy. Cronbach's Alpha coefficient of 0.88 was applied where three variables were analyzed: cognitive competence, interpersonal competence and intrapersonal competence. The results show that students belonging to the experimental group, obtained a higher percentage per level in the three competences, with respect to the control group. In conclusion, the Project-Based Learning method turns out to be a useful tool to increase the capacity for analysis, conceptual richness, alphabetical knowledge and problem solving of experiments and laboratory practices, in the area of natural sciences.

Key words: Learning, project, teaching, didactics, methodology.

Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP): experimentação em laboratório, uma metodologia de ensino de Ciências Naturais

Sumário

Este artigo apresenta os resultados de uma investigação realizada em 2019, na Escola Normal Superior Santa Teresita, no município de Lorica, departamento de Córdoba, cujo objetivo foi estudar os efeitos do uso da estratégia de aprendizagem baseada em projetos. (ABP) através da experimentação em laboratório, como metodologia de ensino das Ciências Naturais. O estudo foi de corte observacional e analítica. O estudo foi realizado com 65 alunos divididos em dois grupos, um experimental, ao qual foi aplicada a metodologia de aprendizagem baseada em projetos, por meio de uma técnica baseada na experimentação e utilização do laboratório como estratégia de aprendizagem e outro grupo como controle. Usando uma estratégia convencional. O coeficiente Alpha de Cronbach de 0,88 foi aplicado onde três variáveis foram analisadas: competência cognitiva, competência interpessoal e competência intrapessoal. Os resultados mostram que os alunos pertencentes ao grupo experimental, obtiveram um maior percentual por nível nas três competências, em relação ao grupo controle. Concluindo, o método de Aprendizagem Baseada em Projetos revela-se uma ferramenta útil para aumentar a capacidade de análise, riqueza conceitual, conhecimento alfabético e resolução de problemas de experimentos e práticas laboratoriais, na área das ciências naturais.

Palavras chave: Aprendizagem, Projeto, Ensino, didática, metodologia.

Introducción

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un método de enseñanza en el que los estudiantes desarrollan y aprenden conocimiento y habilidades, investigando y trabajando en un periodo amplio de tiempo para responder a un pregunta compleja, problema o desafío (García y Pérez,2018) lo que genera el desarrollo de nuevas competencias,

persistencia y solidez de los conocimientos aprendidos en clase, al tiempo que requiere el uso de habilidades de investigación, colaboración, creatividad, redacción y exposición de trabajos en clase (Landron et al, 2018). Dicho de otra forma es un método en donde los estudiantes trabajan en grupos para resolver problemas desafiantes que son auténticos, basados en un plan de estudios interdisciplinario, los alumnos deciden cómo abordar un problema y qué actividades perseguir, recopilan información de un variedad de fuentes y sintetizan, analizan, y derivan conocimiento de ella, su aprendizaje es inherentemente valioso porque está conectado a algo real, e involucra habilidades como la colaboración y la reflexión; al final los estudiantes demuestran los nuevos conocimientos adquiridos ,por cómo lo han aprendido y lo comunican, a lo largo de este proceso, el papel del profesor es guiar y asesorar, más bien que dirigir y gestionar el trabajo de los alumnos (Solomon, 2003).

El aprendizaje basado en Proyectos incluye tres ejes principales: relaciones, comunicación y aprendizaje centrado en el estudiante; esto supone que en la medida que los Docentes como los estudiantes interactúan para investigar, aprenden al tiempo, a desarrollar relaciones armoniosas entre ellos, sin importar las discrepancias entre sus ideas (Toro y Antonella, 2019). Los propósitos de un aprendizaje activo basado en proyecto son: desarrollar escuelas como comunidades de aprendizaje, distribución de liderazgos, enfatizar la alegría del aprendizaje, destacar las atmosfera de colaboración y promoción de la autonomía del estudiante en el estudio y la vida escolar (Antinluoma *et al*, 2018). En definitiva la aplicación de estos métodos promueve la colaboración para el aprendizaje, donde el estudiante y el maestro negocien, construyan y validen el conocimiento, lo cual dará lugar a nuevos aprendizajes (Landron et al, 2018)

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2000), sugiere una serie de pasos a seguir cuando se desea plantear un ABP, los cuales consisten en: primero, antes de la planeación del proyecto se define la duración, complejidad, tecnología, alcances; segundo, las metas representan los objetivos académicos que se espera logren los alumnos; el tercero, los resultados esperados en los alumnos se identifican los objetivos específicos de aprendizaje tomando como referencia las metas establecidas; cuarto, las preguntas guía conducen al alumno hacia el logro de los objetivos; quinto, el producto son construcciones, presentaciones y exhibiciones realizadas durante el proyecto; sexto, las actividades de

Aprendizaje llevan a los alumnos a profundizar en los contenidos de conocimientos; séptimo el apoyo instruccional representa a la instrucción y apoyo que permite guiar el aprendizaje de los alumnos; octavo en el ambiente de aprendizaje se considera establecer las condiciones de trabajo de tal manera que estimule el interés de los alumnos y por último la identificación de recursos: representan a los recursos de información y tecnológicos para que los alumnos logren desarrollar sus proyectos.

En la actualidad hay información que demuestra que los estudiantes que aprenden en el marco de proyectos son más creativos, más autónomos, más capaces de trabajar en equipo, en definitiva estudiantes más motivados, entre otras variables (Vega,2012) de igual forma, el conocimiento científico se construye a partir de la experimentación, el cual “es un proceso que lleva a la comprobación de fenómenos naturales a través de diferentes técnicas y procedimientos, transformándolos en principios o leyes a lo largo de los siglos” (Viviescas, y Sacristán, 2020,p.149), de tal forma que implementar prácticas experimentales , convertir el aula en un laboratorio, o utilizar los laboratorios, como estrategia didáctica para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje es un gran reto para los maestros, porque implica aproximar a los estudiantes a la forma como se consolida dicho conocimiento.

La educación en ciencias naturales ha expuesto un gran interés en encontrar los mecanismos que admitan modificar la educación en ciencias, partiendo del consenso de que la enseñanza debería estar a la alfabetización y desarrollo de competencias, más que a la memorización de datos, fechas o formulas (Chamizo y Pérez, 2017). Con todo esto el maestro recurre a la enseñanza tradicional, mediante la cual explica una parte del contenido temático y seguidamente, propone a los estudiantes una actividad de aplicación de dichos contenidos (Fernández y Aguado, 2017). Hay investigaciones que evidencian, que los métodos tradicionales de enseñanza, no potencian al estudiante, lo cual podría disminuir su desempeño y el desarrollo de sus competencias en ciencias (Sanmarti y Márquez, 2017), además podría impedir que los estudiantes realicen relaciones entre conceptos, disminuya su capacidad de análisis, al igual que resolución de problemas que se contextualizan en el mundo real (Martínez y Riveros 2019).

Como estrategia alternativa a la enseñanza tradicional de las ciencias, se presenta la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, se

propone utilizar un proyecto basado mediante la experimentación en el laboratorio, en lo referente a la unidad didáctica, grupos sanguíneos(sistema ABO), como ejemplo de codominancia, bajo esta modalidad, los estudiantes deberán trabajar en equipo, delegar funciones en grupos de laboratorio, realizar distintos procedimientos propios de las prácticas de laboratorio y relacionar su aprendizaje con la vida cotidiana, de tal manera que estos procedimientos, los acerquen un poco más a la realidad, además de adquirir y aplicar nuevos conocimientos, generar aprendizaje, identificar y resolver problemas por ultimo recopilar y analizar información. De esta manera se orienta a los estudiantes a ser consciente de sus propios procesos cognitivos, llamando la atención sobre el papel de la observación y la validación de hipótesis en las ciencias (Martínez y Riveros, 2019) por esta razón, el objetivo de esta investigación es estudiar los efectos del uso de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos (ABPt), mediante la experimentación en el laboratorio, como una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales.

Antecedentes

Se ha considerado que ABP, repercute en la motivación de los alumnos. Luego de la publicación de su investigación donde realizan una exhaustiva revisión, Medina y Tapia (2017), llegaron a la conclusión que el Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología o estrategia de enseñanza - aprendizaje, donde los estudiantes protagonizan su propio aprendizaje, desarrollando un proyecto de aula que permita aplicar los saberes adquiridos sobre un producto o proceso específico, poniendo en práctica todo el sistema conceptual para resolver problemas reales.

Varios estudios de ABP en el área de las ciencias naturales se han reportado; por ejemplo, en Madrid se realizó un trabajo en donde se estableció la Genética y aplicaciones Biotecnológica como contenido adecuado para ser trabajado bajo el enfoque de ABP, contribuyendo al aprendizaje y al desarrollo competencial (García ,2019). También en Nicaragua desarrollaron un trabajo de Enseñanza de las Ciencias Naturales, con la unidad de medio ambiente ,donde se encontró que se deben priorizar la construcción de conocimientos y saberes que les permitan a los estudiantes la comprensión y explicación de los procesos y fenómenos naturales con el ánimo de transformar las metodologías tradicionales (

Calero ,2019),Asimismo en Perú “se aplicó el método científico como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje en el tema del grupo sanguíneo de la asignatura de Laboratorio Clínico de la escuela de obstetricia de la Universidad san Pedro” (Valera, 2015, p. 30) , como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje, dando como resultado afianzamiento y mejoras en los procesos de enseñanza. En Colombia, diseñaron una propuesta pedagógica basada en el ABP, para la enseñanza de las ciencias, específicamente en el área de Física, utilizaron un instrumento de indagación de ideas previas, en un proyecto con varias etapas, esto podría potenciar acertadamente el aprendizaje significativo en los estudiantes, evidenciada en el progreso conceptual de los participantes (Lamar y Bolívar, 2019).

Estos distintos estudios, demuestran la importancia de este tipo de investigaciones, como herramientas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, como alternativa didáctica utilizada en el área de las ciencias naturales, que a la larga lo que podrían proporcionar, sería una mayor motivación y una provocación para el continuo mejoramiento de algunos procesos pedagógicos, susceptibles de ser mejorados.

Referentes teóricos

La incorporación de metodologías alternativas y/o complementarias, proporcionan un reto para brindar las herramientas que les permitan a los estudiantes, una mayor motivación que no solo le generen nuevos conocimientos, sino que también aporte a su constante motivación. El aprendizaje basado en proyectos (ABP), es una metodología activa, que tiene sus fundamentos y origen siguiendo el modelo constructivista que evoluciona a partir de las investigaciones reportadas por Vygotsky (1962), las cuales se deriva la importancia de la interacción social y de las relaciones con las demás personas en el desarrollo del comportamiento humano; . El ABP promueve y favorece un ambiente de trabajo, en que los estudiantes interactúan con sus conocimientos previos, producen, modifican y vuelven a producir, se busca enfrentar al alumno con un problema de la vida real, contextualizarlo en su ambiente, por lo cual incrementará la motivación en buscar estrategias de solución, como asegura González y Valdivia(2017), “la teoría Vygotskiana expone el concepto de mediación, entendiéndola como formas de cooperación

esenciales para el aprendizaje; Vygotsky sostenía que las personas internalizan y transforman la ayuda que reciben de otros y, finalmente, usan estos mismos medios como guía para dirigir sus conductas subsiguientes en la solución de problemas” (p. 10).

El aprendizaje basado en proyecto, acerca y contextualiza al estudiante con la vida cotidiana, como lo afirma Díaz (2006), quien sustenta que “el enfoque de proyectos, asume una perspectiva situada en la medida en que su fin es acercar a los estudiantes al comportamiento propio de los científicos sociales destacando el proceso mediante el cual adquieren poco a poco las competencias propias de estos, por supuesto en sintonía con el nivel educativo y las posibilidades de alcance de la experiencia educativa”(p.33).

Uno de los grandes referentes del aprendizaje basado en proyectos, lo cita Ruiz(2013), quien afirma que John Dewey es precursor de la Escuela Nueva y progresista, quien creó la metodología del “aprender haciendo”, basó su teoría del conocimiento, en un concepto principal, el cual fue el de la experiencia; desde el punto de vista epistemológico, Dewey consideraba que los conceptos en los que se formulan las creencias son construcciones humanas meramente provisorias, pues tienen una función instrumental y están relacionadas con la acción y la adaptación al medio. También sustentaba una integración de acciones y afecciones. Frente a la versión contemplativa del conocimiento clásico, sostiene la evidencia de una ciencia moderna experimentalista que trabaja con datos y que da lugar al descubrimiento de un mundo abierto y sin límites; lo que le permitirá al alumno la resolución de problemas, que le ayudará a enfrentar la vida cotidiana.

William Kilpatrick, creó el método llamado “Método de Proyectos” en el año 1876, como lo cita Antelo et al.(2016), donde explica que para Kilpatrick, el aprendizaje basado en proyectos, es un plan de acción que se elige con el objetivo de realizar algo que despierte el propio interés; pudiendo tratarse de la resolución de un determinado problema, o bien de una tarea que se desea llevar a cabo, sustenta que el aprendizaje es más eficaz, cuando se basa en experiencias, ya que de esta forma el estudiante es parte del proceso de planificación, producción y comprensión de las mismas, por tal razón en los proyectos, el estudiante suele involucrarse más que en otros tipos de metodologías.

Participantes

El estudio se llevó a cabo entre los meses de abril y noviembre del año 2019, donde participaron 65 estudiantes inscritos en noveno grado de la Escuela Normal Superior Santa Teresita, con edades comprendidas entre los 14 y 15 años, de los cuales el 44.6% eran niñas y el 55.4% eran niños, fueron divididos en dos grupos, uno experimental ($n=30$), el 46.6% mujeres y 53,4% varones y un grupo como control ($n=35$), el 42,8% fueron mujeres y el 57,2% varones.

Instrumento

Con la finalidad de evaluar el (ABPt), se utilizó el instrumento propuesto por Ramírez y Tamayo (2011), el cual estuvo orientado por la perspectiva integradoras de la capacidad de análisis el vocabulario técnico, la riqueza conceptual y la resolución de problemas y para conocer el logro conceptual de los alumnos, se aplicó un cuestionario con 10 ítems (coeficiente Alpha de Cronbach de 0.88), que los alumnos respondieron una semana después de haber concluido las actividades de las secuencias didácticas.

Las anteriores variables fueron enmarcadas en tres dimensiones o competencias, competencia cognitiva domina los conceptos relacionados con experiencias desafiantes en el entorno escolar. Competencia interpersonal, donde el estudiante entiende que la puesta en marcha del compromiso que depende en gran medida el trabajo grupal y colaborativo de sus compañeros y la competencia Intrapersonal, donde adquiere nuevas habilidades para la vida a corto y largo plazo, conociendo sus debilidades y fortalezas. Los ítems demandaban a los alumnos responder mediante descripciones, explicaciones e interpretaciones escritas, así como la elaboración de representaciones como dibujos, esquemas de procesos. Esto significa que implicaron demandas conceptuales y representacionales. Los aspectos conceptuales y de representación gráfica que cada ítem abordó se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura del cuestionario, indicando la descripción de cada ítem

Ítem	Estructura de cada ítem	Competencia
1	Solicita descripción escrita del porque la dinámica genética de los grupos sanguíneos, representan una excepción de las proporciones mendelianas en F1 Y F2.	

		Cognitiva
2	Se solicita descripción gráfica donde simbolice los grupos sanguíneos del sistema ABO, genotipos y fenotipos.	
3	Solicita descripción escrita de la relación existente entre los sistemas sanguíneos y factor Rh.	
4	Solicita descripción escrita de su posible genotipo, teniendo en cuenta el fenotipo de sus padres de acuerdo a la dinámica de los grupos sanguíneos	Interpersonal
5	Solicita descripción escrita del procedimiento para realizar una Hemoclasificación en una persona.	
6,7,8,9,10	<p>El ítem 6 solicita una representación gráfica que describa cómo se representa los posibles fenotipos de los padres y madres, teniendo en cuenta el fenotipo de los bebés</p> <p>El ítem 7 solicita una representación gráfica que describa cómo se representa los posibles genotipos de los padres y madres, teniendo en cuenta el fenotipo de los bebés</p> <p>El ítem 8 solicita una representación gráfica utilizando cuadros de Punnett, donde represente el posible cruce que diera origen el genotipo y fenotipo de cada uno de los bebés.</p> <p>El ítem 9 solicita las probabilidades de expresión del fenotipo uno de los bebés, teniendo en cuenta los genotipos paternos</p> <p>El ítem 10 solicita una representación gráfica solicita las probabilidades de expresión de fenotipos diferentes a cada uno de los bebés</p>	Intrapersonal

Para determinar el nivel de conocimiento alcanzado, observado mediante las respuestas de los alumnos para cada ítem, se construyó una rúbrica, basada en una combinación de la propuesta por Wilson (2005) y la propuesta por Ramírez y Tamayo (2011), con ciertas modificaciones y que se basa en una escala determinada por niveles que van del 0 al 5 y categorizadas como: muy buena, buena, regular, deficiente, y mala.

La tabla 2 muestra los criterios utilizados para asignar las categorías y niveles, donde se elabora una escala con una ponderación del 1(nivel más bajo) hasta el 5(nivel más alto). En cuanto a los aspectos referentes al

cuestionario, como su descripción detallada y validación, se utilizó el procedimiento propuesto por Flores-Camacho, García-Rivera, Báez-Islas y Gallegos-Cázares (2017).

Tabla 2. Criterios y niveles de clasificación.

Escala	Niveles de Integración de Conocimiento	Ponderación	Nivel y características de las respuestas a los ítems
Muy buena (MB)	Vínculos complejos	5	Explicita tres o más conceptos e ideas relevantes y elabora dos o más vínculos válidos entre ellas
Buena (B)	Vínculos totales	4	Explicita al menos dos conceptos e ideas relevantes y elabora un vínculo válido entre dos ideas.
Regular (R)	Vínculos parciales	3	Explicita ideas o conceptos relevantes, pero no elabora adecuadamente vínculos entre ellos
Deficiente (D)	No hay Vínculos	2	Explicita ideas no precisas y no relacionadas
Mala (M)	Mala	1	No hay respuesta al ítem

Diseño y procedimiento

Se realizó un estudio observacional analítico de cohorte; para conocer las implicaciones del ABPt en la comprensión de los conceptos que subyacen de la capacidad de análisis, el vocabulario técnico, la riqueza conceptual y la resolución de problemas; el estudio se dividió en dos grupos, el primero lo llamamos experimental (E1) donde se implementó un programa de intervención basado en un proyecto, que consistió en la experimentación directa en laboratorio, con tutoría del docente, donde se estudiaron y comprobaron los diferentes grupos sanguíneos de la población escolar de la institución, en la asignatura de Ciencias Naturales,

el segundo grupo, fue llamado grupo control (E0) donde se implementó una estrategia convencional, con clases en el aula usando libros y textos, como tradicionalmente se hace.

Durante el periodo de la investigación, el alumnado tanto del grupo experimental, como al grupo control, siguieron la misma unidad didáctica, perteneciente a la asignatura de Ciencias Naturales del grado noveno llamada grupos sanguíneos (sistema ABO), como ejemplo de codominancia. La diferencia entre ambos fue el modo de implementar la didáctica para desarrollar el programa de trabajo. En el aula del E0 se aplicó una estrategia utilizando una didáctica convencional, es decir el profesor utilizando libros y textos siguió el plan de trabajo, combinando una metodología tradicional centrada en el aprendizaje individual, encaminados a la explicación de los aprendizajes al grupo mediante tablero y tinta, potenciando la realización de actividades de manera individual, haciendo correcciones del trabajo individualmente con otras dinámicas de trabajo. Los estudiantes pertenecientes al E1, por su parte, trabajaron durante todo el programa, en el laboratorio, identificando experimentalmente los grupos sanguíneos, el trabajo se realizó en grupos coordinados por el docente, en donde se llevó a cabo un proyecto pedagógico, el cual consistió en realizar la estimación de la frecuencia de grupos sanguíneos (sistema ABO) en la institución, utilizando todos los procedimientos, implementos, reactivos y equipos de laboratorio, tuvo como propósito desarrollar capacidad de análisis y destrezas en laboratorio.

A partir del mes de mayo se implementó el programa de intervención tanto el grupo experimental, como el de control, el estudio tuvo una duración de 18 sesiones distribuidas en 8 semanas (2 sesiones por semana de 60 minutos). Una vez finalizado el programa de trabajo, se procedió a realizar la evaluación a los dos grupos, con el mismo instrumento, cabe señalar que la estructura y organización del instrumento no era familiar para los alumnos de ninguno de los dos grupos, es decir, ningún estudiante había resuelto anteriormente un cuestionario con estas demandas, por lo que ninguno tuvo ventaja para resolverlo. La aplicación de la prueba, se llevó a cabo por profesionales de la educación con especialidad en Ciencias Naturales previamente entrenados, lo que facilitó la homogeneidad en la recogida de los datos. Antes de llevar a cabo la evaluación se informó a los familiares sobre el trabajo que se iba a realizar, estos dieron su

consentimiento y valoraron de manera positiva el hecho de que se les hiciera partícipes en la formación de sus hijos en colaboración con los docentes.

Análisis de los Datos y software

Los datos fueron registrados en una base elaborada en Excel (Versión 2010). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se aceptó como diferencia significativa $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS v25 en español

Resultados

Luego de aplicar el cuestionario descrito en la tabla 1, donde se denota la descripción de cada ítem, y bajo los criterios y niveles de clasificación, enunciados en la tabla 2, los resultados del instrumento ya aplicado para cada ítem, muestran diferencias significativas entre el grupo control E0 y el grupo experimental E1, con valores de F que van entre 9.76 (ítem 1) y 20.33 (ítem 9) $p < 0.05$. Los valores por ítem se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de varianza de los resultados del grupo control (E0) y grupo experimental (E1) por cada ítem.

Competencia	Ítem	Grupo control (E0)		Grupo experimental (E1)		F
		Media	Desviación estándar (DS)	Media	Desviación estándar (DS)	
Cognitiva	1	2.85	0.67	3.7	0.48	9.76
	2	3.33	0.35	4.1	0.75	12.72
	3	2.1	0.90	2.9	0.32	14.82
Interpersonal	4	3.11	1.01	3.5	0.98	11.54
	5	1.70	0.88	4.5	0.67	15.77
Intrapersonal	6	2.44	1.30	2.89	0.88	17.89
	7	2.55	0.89	3.55	0.67	14.33
	8	2.70	0.44	3.3	0.56	18.99
	9	1.70	0.77	2.50	0.97	20.33
	10	1.71	0.80	2.52	0.95	13.55

La tabla 3, muestra los valores de la media, de los criterios evaluados de cada ítem, con su respectiva desviación estándar, y varianza (F), evidencia que E1, tuvo mayores valores de medias que E0, La mayor distancia entre las medias ($m = 4.5$ $\sigma = 0.67$ para E1 y $m = 1.70$ $\sigma = 0.88$ para

E0) se reportó en el ítem 5 ($F = 15.77$), donde los alumnos del E1 lograron describir detalladamente el procedimiento para realizar una Hemoclasificación en una persona ,es decir explican los criterios para la lectura de la prueba mientras, que los estudiantes del E0 no describieron en detalle el procedimiento, ni los detalles que tienen que ver con la lectura de la prueba, solo hacían referencia a groso modo a los distintos fenotipos de grupos sanguíneos. La menor diferencia corresponde al ítem 4 ($m = 3.5 \sigma=0.98$ para E1 y $m =3.11 \sigma=1.01$ para E0; $F = 11.54$), en el que los alumnos realizan la descripción de su posible genotipo, teniendo en cuenta el fenotipo de sus padres de acuerdo a la dinámica de los grupos sanguíneos, lo que refleja que los estudiantes de ambos grupos alcanzan un nivel semejante, al realizar los posibles cruces que dan origen a su posible genotipo.

Para analizar integralmente los logros conceptuales y representacionales de los alumnos, los resultados se organizaron en tres dimensiones o competencias, que obedecen a los aspectos enmarcados en la secuencia del cuestionario: competencia cognitiva (ítem 1, 2 y 3), competencia interpersonal (4 y 5) y competencia intrapersonal (6, 7, 8, 9,10).

En la tabla 4 se muestran los datos que evidencian que alumnos pertenecientes al grupo E1 obtuvieron las medias más altas y mayor porcentaje por nivel en las tres competencias (28% – 88%) en comparación con alumnos del grupo E0 (18% – 35%). Esto significa que los alumnos del grupo E1, establecieron mejores relaciones (parciales, totales o complejas) entre los elementos conceptuales y representacionales de cada competencia, tanto cognitiva, como interpersonal e intrapersonal y alcanzaron una mayor integración de conocimiento que conlleva a la mejor resolución de problemas y mejores alternativas en cuanto a la perspectiva integradora de la capacidad de análisis el vocabulario técnico, la riqueza conceptual y la resolución de problemas.

Tabla 4. Nivel de logro conceptual alcanzado por los alumnos del grupo control (E0) y grupo experimental (E1) en cada competencia.

Competencia	E0			E1		
	Media	Nvel % 0-2	Nvel % 3-5	Media	Nvel % 0-2	Nvel % 3-5
Cognitiva	2.76	65	35	3.56	31	69
Interpersonal	2.40	72	18	4.0	12	88
Intrapersonal	2.22	81	19	2.95	62	28

Análisis y discusión

Los resultados evidencian que los estudiantes del grupo E1, quienes tuvieron un proceso de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el cual fue la identificación de grupos sanguíneos, es un proceso enriquecido con procesos de laboratorio, llevando al estudiante a enfrentarse a un problema real, alcanzan niveles de respuesta mayores que el grupo control E0, este último resultó menos favorecido, posiblemente por haber tenido un proceso de enseñanza tradicional, lo que pone de manifiesto que se debería considerar la forma en que se están llevando a cabo los procesos de la enseñanza de las ciencias naturales en las instituciones educativas de secundaria en Colombia.

Una comparación de las respuestas de los alumnos, evidencia el tipo de conexiones que establecen en cada competencia y la forma de cómo les permite tener un mayor nivel de comprensión, por ejemplo en el ítem 5, donde se les solicitaba una descripción escrita del procedimiento para realizar una Hemoclasificación en una persona, a ambos grupos se les explicó cómo hacerlas, pero al grupo experimental E1, no solo se le explicó cómo hacerla, sino que también la realizaron experimentalmente, hecho les permitió alcanzar mayor comprensión e integración acerca del tema.

Las investigaciones descritas anteriormente y consideradas como antecedentes manifiestan que el método de ABP tiene una función ilustrativa de las experiencias vividas en clase (García y Basilotta, 2017). Nuestro estudio sugiere que la experiencia del aprendizaje basado en proyectos, mediante la experimentación en ciencias, no solo resulta interesante, sino que contribuye a un acercamiento con la vida real, fomenta el trabajo en equipo y se incrementa los aportes en la toma de decisiones, lo que mejora la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes.

La capacidad de aprendizaje de los estudiantes fue significativa en cuanto a la variable cognitiva que valora los dominios de los conceptos relacionados con proyectos y experiencias desafiantes en el entorno escolar (Ramírez y Tamayo, 2011), estas habilidades se reflejaron sustancialmente con la instauración del método ABP, en el grupo experimental E1, con esto se logró mapear los conceptos vistos en clase implementando un dinámica atrayente al estudiante, con la cual se consiguió promover y dar solución a la unidad didáctica de los grupos

sanguíneos; a diferencia de la baja asimilación por parte del grupo E0, en concordancia con investigaciones reportadas anteriormente (Valera, 2015).

La enseñanza de la unidad didáctica, grupos sanguíneos, desde el ABP, brinda la posibilidad de transversalizar el conocimiento y darle el sentido integral a las ciencias que necesitan para su aprendizaje de la experimentación y de herramientas interactivas que les permitan a los estudiantes acercarse a los conceptos de forma constructivista (Gnecco, 2016), facilitando un mejor aprendizaje y contribuyendo a la asimilación de forma significativa (Pérez y Gallego, 1995). En este estudio, la experimentación comprobó y reafirmó los conceptos vistos en clase, además se evidenció aumento en la interacción entre estudiantes, lo que fomentó el trabajo cooperativo y el juego de roles de cada uno.

Así mismo, se resalta el aprender haciendo y experimentando, lo cual implica el uso de conocimiento conceptual procedimental para el logro de objetivos específicos, hay que asignarle nuevos roles al conocimiento conceptual permitiendo mayor destreza y herramientas para resolver problemas. De igual forma ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de comunicación, generación de debates, defender sus puntos de vista, pero al mismo tiempo aprenden a escuchar las contradicciones y aumentan la disposición a estar abiertos a las opiniones de los demás, ABP supera la brecha entre el conocimiento y el pensamiento y se abre paso como una metodología de aprendizaje de las ciencias en el ámbito constructivista.

El ABP, es esencial y beneficioso para que los estudiantes desarrollen habilidades de tipo cognitivo, afectivo y psicomotor; las prácticas de laboratorios juegan un papel importante en la creación de vínculos con vida cotidiana, lo que permite a los estudiantes comprender lecciones, incorporan el conocimiento aprendido y logren desarrollar sus destrezas y habilidades psicomotoras (Sumarni *et al* , 2016). Lo que permite que el aprendizaje se desarrolle en un ambiente divertido, para que tanto estudiantes como docentes, disfruten del proceso. Jumaat y Tasir (2013), reportaron que durante la ejecución de su proyecto, se creó un entorno de enseñanza diferente, al obtener estudiantes fuera de una rutina aburrida en el aula. En nuestro estudio tuvimos un entorno de enseñanza que se propone como interesante, divertido y útil para los estudiantes y les permite construir conocimientos de una manera auténtica, práctica y experimental.

La competencia interpersonal desarrollada, la cual indica que los estudiantes entienden que la puesta en marcha de proyecto ,depende en

gran medida el trabajo grupal y colaborativo de sus compañeros, evidenció que con el método implementado al E1, fue notorio un progreso en las habilidades transversales tales como las competencias sociales, la inteligencia emocional, el trabajo colaborativo, entre otros, en cambio esto se notó en menor medida en el E0, realizado con métodos convencional, en concordancia con lo planteado por García (2019), análogamente, con el ABP, la motivación dependerá en gran medida del docente orientador, quien pensará cómo se motivará al estudiante, de modo que tenga en cuenta las habilidades y destrezas para trabajar en un ambiente en donde demuestren los roles asignado en el proyecto, no pensando en una calificación sino madurando en el hecho en que esta experiencia le favorecerá en un futuro (Calero, 2019).

Esta investigación, también brinda una oportunidad de estudio interdisciplinario para completar las distintas etapas del proyecto, todos los estudiantes tuvieron la oportunidad de interactuar y desarrollar habilidades con la incorporación de aprendizaje colaborativo, de igual forma incrementó la motivación de una experiencia que les parecía novedosa, el proyecto ayudó los estudiantes a desarrollar habilidades del mundo real, debatir ideas, asumir un rol, aumentar su capacidad de colaboración, capacidad de expresión, toma de decisiones, toma de iniciativa. De igual forma Yalcin et al. (2009) afirma que cuando el alumno se ve enfrentado a un proyecto de aprendizaje, es capaz de dar solución a problemas complejos, mejorando la comunicación y autogestión.

La ruta hacia el producto final trae oportunidades para que los estudiantes desarrollen su confianza e independencia y trabajar juntos, sobre problemas reales, estimula la colaboración en una función determinada que tienen definidos por sí mismos y que no han sido impuesto (Blumenfeld *et al*, 1991). Por ende ayuda así a estudiantes a mejorar sus habilidades sociales, conducen a una reducción del ausentismo y mitigan problemas de disciplina en el aula, se mantienen entretenidos e interesados y se sienten más seguros para hablar con un grupo de personas, incluidos adultos.

Los resultados de la variable Intrapersonal, en donde los estudiantes adquieren nuevas habilidades para la vida a corto y largo plazo, conociendo sus debilidades y fortalezas, es sustentable de acuerdo a varios estudios que demuestran que el uso de estrategias donde se involucra la metacognición impacta positivamente el aprendizaje (Tineo, 2018) y el

control del autoaprendizaje, este proceso se consolida a largo plazo, debido a los previos procesos de atención, ensayo, recuperación y ejecución de información (Mendoza et al, 2019). En este orden, se insiste entre la relación entre la cognición, metacognición, y logros de aprendizaje, pues está demostrado que la dimensión metacognitiva es fundamental para obtener buenos logros escolares (Remus y Mogonea ,2013). Dicho de otro modo, el ser consciente de sus debilidades y fortalezas permite definir el qué, el cómo, y cuándo emplean la información aprendida (Mendoza et al,2019) en definitiva estas destrezas son esenciales para el éxito educativo en cuanto ha demostrado que estudiantes que utilizan habilidades metacognitivas aprenden y recuerdan más que otros, reconocen problemas y los resuelven; asimismo descubren las mejores maneras de afianzar lo que ya han aprendido (Tamayo, Cadavid y Montoya 2019), por esta razón los estudiantes del grupo E1, pudieron haber tenido mejores resultados que los estudiantes del grupo E0.

Conclusiones

Al comparar los logros en las competencias cognitivas, entre los estudiantes del grupo experimental E1, que trabajaron con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el cual consistió en la identificación de grupos sanguíneos en el laboratorio y los estudiantes del grupo control E0, que trabajaron con una metodología tradicional o convencional , se fortalece la postura de diversos autores, que destacan la influencia de los proyectos y la experimentación, en el procesos de aprendizaje, pues se nutre y se le brinda herramientas a la forma de interpretar, construir e integrar los conceptos. Luego entonces, los alumnos del grupo E1, que emplearon los procesos, materiales, equipos y reactivos de laboratorio, experimentaron un proceso didáctico que les permitió no solo mirar las distintas teorías de la unidad de grupos sanguíneos, sino comprobar su veracidad y resolver problemas relacionados con la unidad, además de fortalecer el trabajo grupal y colaborativo, mediado por alternativas para trabajar con sus compañeros y el docente, tuvieron mejores oportunidades para disminuir las dificultades propios de los que el tema conlleva, es decir, lograron una mejor comprensión de las estructuras y niveles de organización de la información de la unidad didáctica, en comparación con los del grupo E0.

La competencia interpersonal desarrollada , sugiere que el método de ABP, es realmente una herramienta útil, debido a este, los estudiantes son susceptibles de ser altamente motivados, sentirse activamente involucrados en su propio aprendizaje, estimular su inteligencia emocional , lo que conlleva a producir un trabajo complejo y de alta calidad, favorece el trabajo en equipo e induce al trabajo colaborativo y definitivamente cambia la rutina del aula, impulsa la creatividad, genera que el estudiante construya su propio conocimiento y favorece las relaciones interpersonales, teniendo en cuenta el trabajo realizado con respecto a la experimentación en el laboratorio, se sugiere que estas experiencias didácticas, se deberían tener más en cuenta a la hora de implementar una estrategia didáctica de las ciencias naturales.

En cuanto a las competencias Intrapersonal ,los estudiantes adquirieron habilidades, que le permiten tener claridad sobre la resolución de problemas que los acerca a su realidad, permitiendo conocer sus debilidades y fortalezas .Dentro de las fortalezas identificadas resaltamos las siguientes: el trabajo grupal y la unión entre los miembros del grupo experimental fue ejemplar; asimismo este método se valida en cuanto se percibe como una excelente alternativa para mitigar las dificultades de aprendizaje, lo que pone de manifiesto los efectos positivos del aprendizaje basado en proyectos, apuntan en la misma dirección que los alcanzados en otros trabajos que reflejan los beneficios de la organización de los estudiantes en grupos cooperativos como lo plantea Gutiérrez et al, (2020) y experiencias prácticas experimentales, que enriquecen las estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales.

Referencias

- Antelo, M., Diamant, A., Klimavicius S., Pellegrino, V., Vique, M., & Vomero, I. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): nueva tendencia con reminiscencias del pasado. *Educación en Ciencias Biológicas*. 6-10 <http://repositorio.cfe.edu.uy/bitstream/handle/123456789/202/Antelo%2CM.Aprendizaje.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Antinluoma, M., Ilomäki, L., Lahti-Nuutila, P., & Toom, A. (2018). Las escuelas como comunidades profesionales de aprendizaje. *Revista de Educación y Aprendizaje*, 76-91.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398
- Calero, D. (2019). Aprendizaje por proyecto como estrategia de enseñanza en el área de ciencias naturales con la unidad del medio ambiente y los recursos naturales. (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua). 1-50. <https://repositorio.unan.edu.ni/12018/1/11200.pdf.pdf>
- Chamizo, J., & Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74(1), 23-40. http://escuelasqueaprenden.org/imagesup/Didactica%20de%20las%20Ciencias_.pdf
- Díaz, F. (2006). Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida. Editorial McGraw Hill Interamericana. México. https://www.neuquen.edu.ar/wp-content/uploads/2017/04/ensenanza_situada_vinculo_entre_la_escuela_y_la_vida-2-1.pdf
- Fernández, C. L., & Aguado, M. I. (2017). Aprendizaje basado en problemas como complemento de la enseñanza tradicional en Fisicoquímica. *Educación química*, 154-162. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2017.03.001>
- Flores-Camacho, F., García-Rivera, B., Báez-Islas, A., Gallegos-Cázares, L. (2017) Diseño y validación de un instrumento para analizar las representaciones externas de estudiantes de bachillerato sobre

- genética. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa* 10(2), 151-169.
- García, A. & Basilotta, P. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 113-131. <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.246811>
- García, J., & Pérez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 37-63. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/194-706-1-PB%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/194-706-1-PB%20(3).pdf)
- García, L. (2019). Mejora de la motivación en alumnos de 2º de Bachillerato en Genética y Biotecnología mediante Aprendizaje Basado en Proyectos. (Trabajo de Grado, Master's thesis). Facultad de Educación, Universidad Internacional de la Rioja, 1-76. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/8214/GARCIA-SAN%20SEGUNDO%20JIMENEZ%2C%20LUIS%20PEDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gnecco, Z. (2016). Estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje de la genética de los grupos sanguíneos. (Trabajo de grado) Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Cesar, 1-63. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57863/ZoranyGneccoOrtiz.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzales, G., & Valdivia, S. M. (2017). Aprendizaje basado en proyectos. Colección Materiales de Apoyo a la Docencia 1. Pontificia Universidad Católica del Perú. 16 <https://idu.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/08/5.-Aprendizaje-Basado-en-Proyectos.pdf>
- Gutiérrez R., Jiménez, E., & De-Vicente, M. (2020). Efecto del trabajo cooperativo en el aprendizaje de la escritura mediante la implicación familiar. *Estudios sobre Educación*, 39, 229-246. <https://doi.org/10.15581/004.39.229-246>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey [ITESM]. (2000). Las técnicas didácticas en el modelo educativo del Tec de Monterrey. Obtenido de http://sitios.itesm.mx/va/dide/docs_internos/inf-doc/tecnicas-modelo.PDF
- Jumaat, N. F., & Tasir, Z. (2013). Integrating project based learning environment into the design and development of mobile apps for

- learning 2D-animation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 526-533 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.369>
- Lamar, K., & Bolívar, M. (2019). Concepciones iniciales sobre la Primera Ley de la Termodinámica a través de la implementación de un proyecto. *RECIE. Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 4(2), 971-982. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/339-Texto%20del%20artículo-1729-3-10-20181020%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/339-Texto%20del%20artículo-1729-3-10-20181020%20(1).pdf)
- Landron, M., Agreda, M., & Colmenero, M. (2018). El efecto del aprendizaje basado en proyectos en estudiantes con altas capacidades intelectuales de una segunda lengua. *Revista de educación*, 210-236. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2017-380-378
- Martínez, N., & Riveros, S. (2019).). La enseñanza de caída libre bajo la metodología de aprendizaje activo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 35-56. <https://doi.org/10.17227/ted.num45-9832>
- Martínez, N., & Riveros S. (2019). La enseñanza de caída libre bajo la metodología de aprendizaje activo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 35-56. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/9832-Texto%20del%20artículo-23665-1-10-20190411%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/9832-Texto%20del%20artículo-23665-1-10-20190411%20(2).pdf)
- Medina, A., & Tapia, M. (2017). El Aprendizaje Basado En Proyectos Una Oportunidad Para Trabajar Interdisciplinariamente (Revisión). *Revista científica Olimpia*, 14(46), 236-246. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/202-Texto%20del%20artículo-581-1-10-20181019%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/202-Texto%20del%20artículo-581-1-10-20181019%20(1).pdf)
- Mendoza, L., Bustos, A., & Ugarte, J. (2019). Estudio de caso sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes con necesidades educativas especiales por medio de ambientes de aprendizaje basados en la Web para la enseñanza de la Ciencias Sociales. *Hamut' ay*, 85-101. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-EstudioDeCasoSobreElDesarrolloDeHabilidadesMetacog-7101214.pdf>
- Remus F., & Mogonea, F. (2013). The Specificity of Developing Metacognition at Children with Learning Difficulties. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 155-159. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.04.270
- Pérez, R., & Gallego, R. (1995). Corrientes constructivistas: de los mapas conceptuales. *Cooperativa Editorial*, 1-63.

- Ramírez, L. P., & Tamayo, O. E. (2011). Aprendizaje profundo en semiología neurológica mediante una herramienta informática. Hacia la promoción de la salud, 109-120.
- Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. Foro de Educación, 11(15), pp. 103-124. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2013.011.015.005>
- Sanmartí, N. & Márquez, C., (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. Ápice, 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Solomon, G. (2003). Project-based learning: A primer. TECHNOLOGY AND LEARNING-DAYTON-, 23(6), 20-20.
- Sumarni, W., Wardani, S., Sudarmin, S., & Gupitasari, D. (2016). Project Based Learning (PBL) to improve psychomotoric skills: A classroom action research. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 5(2), 157-163.
- Tamayo, O., Cadavid, V. y Montoya, D. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. Revista Colombiana de Educación, 76, 117-141
- Tineo, L. (2018). Trabajo Colaborativo en Docentes para mejorar los aprendizajes en el área de matemática de la institución educativa pública N°5075, Callao. (Trabajo de grado) Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Educación, Perú, 1-39. http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/6708/3/2018_TINEO_GODOY LIDIA.pdf
- Toro, R., & Antonella, L. (2019). Potenciación del área socio afectiva por medio del aprendizaje basado en proyectos, en niños de 4 a 5 años, durante el periodo escolar 2017-2018, en la escuela Jasón Miller. Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 1.88.
- Valera, E. (2015). El método científico como estrategia didáctica en el aprendizaje de grupos sanguíneos de la asignatura de laboratorio Clínico Escuela de Obstetricia de la Universidad San Pedro, Chimbote 2015-II. (Trabajo de grado), Universidad San Pedro, Facultad de Educación, 1-96.
- Vega, V. (2012). Project-Based Learning Research Review: Evidence-Based Components. Obtenido de <https://oregoncoaststem.oregonstate.edu>

/sites/oregoncoaststem.oregonstate.edu/files/Curriculum/MWEE/pb
l_overview_2020.pdf

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge: MIT Press.

Viviescas, A. X. G., & Sacristán, Y. A. M. (2020). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Biografía*, 13(24). 148-158
<https://doi.org/10.17227/biografia.vol.12.num24-10361>

Wilson, M. (2005). *Constructing measures: An item response modeling approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Yasin, R. M., Mustapha, R., & Zaharim, A. (2009). Promoting creativity through problem oriented project based learning in engineering education at Malaysian polytechnics: Issues and challenges. *Proc. 8th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology (EDU'09)*.

Recibido: 15 de enero de 2021.

Aceptado: 12 de marzo de 2021.