

Diseño de un AVA para el aprendizaje ABP en el laboratorio, basado en fenómenos de toxicología

Design of a Virtual Learning Environment for Problem-Based Learning in the Laboratory, based on Toxicology Phenomena

Juan David Pineda-Moya¹

Cómo citar este artículo:

Pineda-Moya, J.D. (2025). Diseño de un AVA para el aprendizaje ABP en el laboratorio, basado en fenómenos de toxicología. *Boletín P.P.D.Q.*, (72), 7-63.

¹ Estudiante de la Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. Monitor de investigación, Semillero Educación en Química Verde – EDUQVERSA. jdpinedam@upn.edu.co.

Resumen

Esta investigación se realizó con la finalidad de disminuir los conceptos erróneos y aumentar el acervo respecto a toxicología general de los aprendices que asistieron a clases. El trabajo se llevó a cabo en la TecnoAcademia Nodo Cazucá del CIDE de Soacha en el laboratorio de química, donde se diseñó un AVA enfocado en Toxicología, el cual se presentó y desarrolló con tres grupos diferentes. El proyecto se desarrolló siguiendo la metodología DESED junto con un trabajo práctico de laboratorio (TPL). Además, se usaron diversas metodologías de aprendizaje basado en proyectos (ABP) enfatizando en fenómenos. Con el uso del AVA se mostró una mejoría en los conceptos de los aprendices antes y después del trabajo y se logró que aprendieran nuevos procesos, tanto físicos como químicos.

Palabras clave

TPL; AVA; ABP fenómenos; toxicología

Abstract

This research was conducted with the aim of reducing misconceptions and increasing students' knowledge of general toxicology among learners who attended the sessions. The study was carried out at TecnoAcademia Nodo Cazucá of CIDE Soacha, in the chemistry laboratory, where a virtual learning environment (VLE) focused on toxicology was designed, implemented, and developed with three different groups. The project was carried out following the DESED methodology, along with laboratory practical work (LPW). In addition, various project-based learning (PBL) approaches were employed, with an emphasis on phenomena-based learning. The use of the VLE showed an improvement in learners' understanding before and after the intervention, and enabled them to acquire new processes, both physical and chemical.

Keywords

TPL; AVA; ABP phenomena; toxicology

Introducción

Repetto *et al.* (2001) afirman que, en general, la docencia de toxicología era un apéndice de otras disciplinas, normalmente de Medicina Legal o de Farmacología, en las facultades de Medicina, de Veterinaria Legal y Farmacología en las facultades de Veterinaria, o de Análisis Químico y Bromatología en las facultades de Farmacia.

Teniendo en cuenta este planteamiento se diseñó un AVA que no fuera destinado a un público tan selecto como el que allí se menciona, sino también a personas interesadas en el tema de toxicología. Se decidió enfocarse en una población conformada por jóvenes del país, para quienes se espera que, al crecer en un ambiente caracterizado por una línea continua de avances tecnológicos, la aplicación de esta herramienta TIC sea lo más enriquecedora posible.

La toxicología es un tema que debería tratarse en las aulas donde se está desarrollando el futuro de un país, en este caso,

Colombia. En el 2024 la Universidad de los Andes ofreció un curso sobre la materia “dirigido tanto a médicos generales y rurales como a estudiantes de últimos tres semestres de medicina e internado” cuyo costo oscila entre 990 000 y 1 089 000 COP. El anterior curso es un claro ejemplo de lo que se especificaba en el párrafo anterior, ya que las ofertas respecto a enseñanza de toxicología se dirigen a estudiantes que ya cuentan con un conocimiento de medicina, química, biología, entre muchas otras ramas.

Los cursos y la divulgación que existen respecto a toxicología llegan a ser bastante escasos. Esto se vuelve una catástrofe en el ámbito de salud pública y propia, los casos de muertes por intoxicación llegan a ser más graves de lo que se podría pensar y las poblaciones que están siendo afectadas por esta mala divulgación son de las más vulnerables. Por ejemplo, en la figura 1 se observa que los casos de intoxicación de adolescentes en el 2024 aumentaron con respecto al 2023.

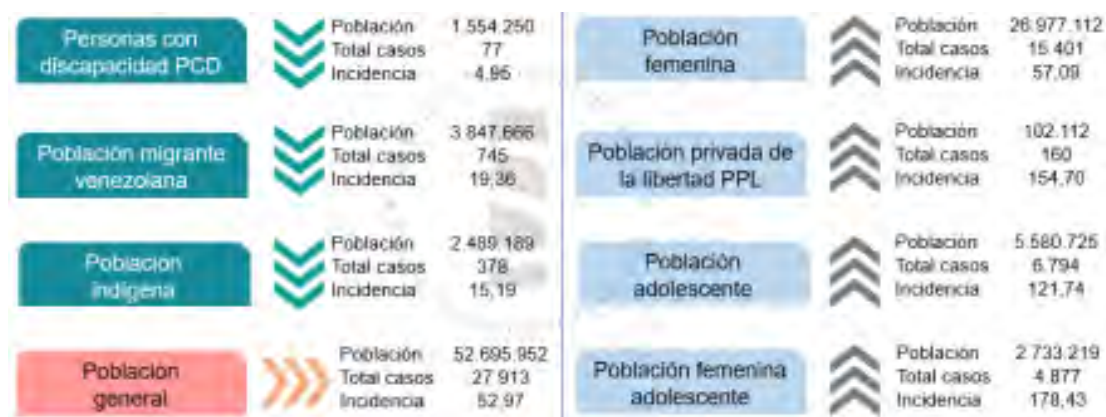


Figura 1. Incidencia de las intoxicaciones agudas por sustancias químicas en poblaciones de interés en Colombia a PE VIII del 2024

Fuente: Tomado de Boletín Epidemiológico Semanal (2024).

Por lo tanto, un objetivo del presente trabajo es incentivar a los aprendices a comprender los riesgos que presentan las sustancias tóxicas, para así prevenir en ellos y en personas cercanas la intoxicación o algún tipo de accidente que pueda ocurrir en el hogar. En consonancia, se espera desarrollar habilidades como la investigativa en los estudiantes de bachillerato y personas interesadas en el tema, con el fin de generar un pensamiento crítico y reflexivo, para que logren determinar los trabajos que se pueden realizar con este conocimiento o cómo puede aplicarse en su diario vivir.

Además, se espera que los estudiantes puedan perfeccionar las habilidades blandas que trae consigo el conocer sobre la toxicología, ya que el AVA no enfatiza en su totalidad sobre algunos tipos de toxinas; se entiende que el acervo que presenta el interesado logrará ser más amplio y podrá aplicarse en su diario vivir, esperando que el aprendiz se vuelva un "faro de conocimiento", como se suele decir.

Puyol-Cortez (2023) expresa que el uso de las tecnologías a inicios del siglo XXI tienen un rendimiento positivo en el desarrollo de procesos educativos y de enseñanza (2023, p. 50). Algunos autores plantean que si se realiza un proceso controlado de las TIC los alumnos aprenderán a una velocidad prevista (Carnoy, 2004), e incluso que "las TIC no suelen actuar como un catalizador del cambio escolar por sí mismas, pero

pueden ser un desencadenante vigoroso de las innovaciones educativas planeadas" (Venezky y Davis, 2002, p. 13). Con el ánimo de desencadenar esa larga lista de sucesos y también poner en práctica todo lo anterior, se diseñó un ambiente virtual de aprendizaje (AVA). Se deseaba encontrar un tema que concierne a los ciudadanos y centrarse en contenidos que se espera despierten interés en los jóvenes; por lo tanto, ya que el tema de toxicología es conocido, pero se ha tratado muy poco, se decidió usar las tecnologías emergentes para atraer a público que deseara instruirse sobre el tema y difundirlo.

Entonces, al reconocerse que ampliar el acervo del conocimiento no es una tarea sencilla en el ámbito escolar, se utiliza una metodología que se ha demostrado que presenta una gran afinidad a la enseñanza y didáctica, ya que ha emitido resultados positivos en el fortalecimiento de competencias científicas. De esta manera, ha estimulado la competencia científica de indagación, y ha permitido construir conocimientos a partir de fenómenos que se presentan a través de diferentes técnicas y procedimientos (Bernabéu y Cónsul, s. f.; Causil y Rodríguez, 2021; Herrera y Jiménez, 2020; Icfes, 2017). En consecuencia, se desarrolló el TPL con la metodología ABP fenómenos, ya que junto al laboratorio donde se trabajó hay laboratorios tanto de biotecnología, biología, electrónica y física, entre otras ramas científicas.

Metodología

La investigación es de tipo híbrido ya que combina un trabajo de campo con investigación descriptiva y metodología DESED. De esta manera, se propone trabajar con una población que, según muestran estadísticas del *Boletín Epidemiológico Semanal* (2024), manifiesta una alta tendencia a sufrir una intoxicación ya sea incentivada o accidental.

Para el desarrollo de la investigación se implementó la metodología DESED, muy popular en el mundo actual, con el auge de las tecnologías y la información. Esta metodología se centra en el desarrollo de *software* con finalidades didácticas en la enseñanza de diversos temas, como ingeniería de *software*, educación, didáctica y diseño gráfico (Peláez y López, 2006), especialmente para estudiantes universitarios.

Para el desarrollo del TPL se definieron doce pasos así:

1. Determinar la necesidad de un *software*. Primero se planteó el desarrollo de un ambiente que fuera familiar para los aprendices, por lo tanto, se diseñó un AVA para el trabajo con jóvenes, quienes están acostumbrados al constante avance de las TIC (Sánchez, 2019). Y con el uso de las TIC se realizó un trabajo enfocado en minimizar los casos de intoxicación, como los presentados en la figura 1.
2. Se conformó un equipo de trabajo con el cual se desarrolló el trabajo inicial del AVA.

3. Se estableció como tema general la toxicología como estrategia para minimizar los casos de intoxicación.

4. La población que se definió para el desarrollo del trabajo fueron los aprendices de los grados octavo, noveno y décimo de la TecnoAcademia Nodo Cazucá del CIDE de Soacha.

5. Se decidió crear apartados en los cuales se explicaran de manera sencilla diferentes tipos de toxinas.

6. Para la elección del tipo de *software* se desarrolló el trabajo con la plataforma WIX, reconocida por su manejo sencillo para la creación de páginas web.

7. En cuanto al diseño, se realizaron apartados que reunieran todos los casos mencionados en el contenido.

8. Como se pretende que otros profesores puedan usarlos, se crearon guías tanto docentes como estudiantiles para el trabajo autónomo de los aprendices o interesados.

9. Las metodologías de evaluación que se escogieron se centran en el trabajo de los estudiantes por medio de evidencias fotográficas o de juegos que pondrán a prueba sus conocimientos respecto a toxicología antes y después de realizar el análisis del AVA.

10. El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de química de la TecnoAcademia, donde se implementó la versión 2 del AVA después de someterla a varias

revisiones por parte de expertos en ambientes virtuales de trabajo y aprendizaje, junto a expertos en toxicología y con los aprendices de la TecnoAcademia Nodo Cazucá del CIDE de Soacha. Se emplearon sustancias de uso común para la limpieza del hogar, como detergente, ambientador, crema dental, entre otros; o incluso reactivos como el NaOH presente en productos usados para desatapar sifones.

11. Se desarrollaron dos clases introductorias a los estudiantes recién ingresados, en las cuales se trataron temas como el trabajo en laboratorio, normas de seguridad, instrumentos, aparatos, etiquetado de reactivos, fichas técnicas, el sistema globalmente armonizado, la norma NFPA 704, matrices de compatibilidad, entre otras. Pasadas las dos clases se empezaron a realizar trabajos más centrados en toxicología. Se inició la sesión con una prueba diagnóstica,

después de la cual se trataron temas respecto a la página Infotox y se explicaron conceptos sencillos usando la página y una presentación creada por el profesor. Después de la explicación los estudiantes trabajaron en grupos usando papel indicador universal (figura 2) junto con aparatos como potenciómetros (figura 3) para medir la acidez o alcalinidad de sustancias comunes (vinagre, bicarbonato, lejía, jugo de limón, alcohol, entre otros). Los estudiantes, al realizar las pruebas cualitativas y cuantitativas, registraron los datos obtenidos para una discusión grupal sobre los efectos de estos productos en el ambiente y en los seres humanos. Pasado el momento de discusión con los compañeros de grupo elaboraron un organizador gráfico, usando los datos obtenidos durante las pruebas y las discutidas entre ellos mismos para intentar dar explicaciones más técnicas sobre las sustancias tóxicas y sus efectos.

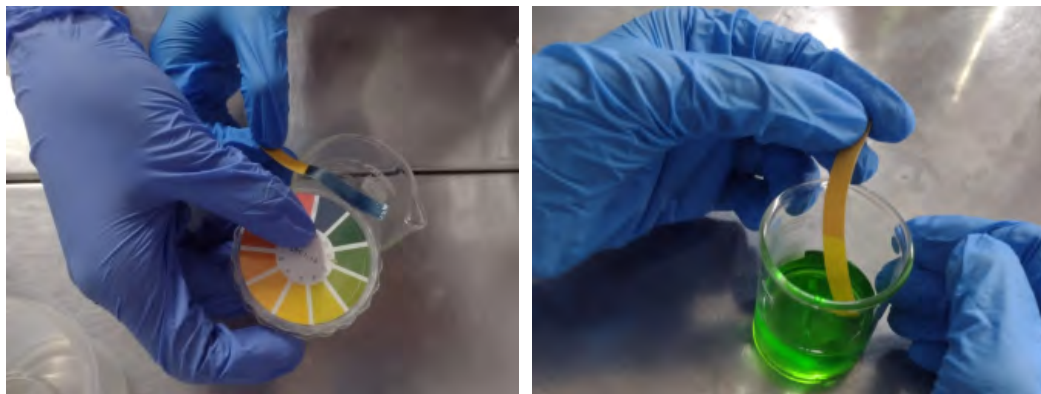


Figura 2. Determinación de pH por medio de papel indicador universal

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Determinación de pH por medio de pH-metro marca Hanna

Fuente: elaboración propia.

En la segunda clase se trabajó un activador cognitivo. Para este ejercicio se les planteó a los aprendices una situación problema sobre toxicología, explicando síntomas y determinando junto a ellos posibles causas. Los grupos ya conformados, bajo campana de extracción, realizaron mezclas en tubos de ensayo simulando mezclas caseras, anotaron todos los sucesos físicos importantes y posibles cambios químicos durante la práctica. Después, usando la página como guía, junto con explicaciones del profesor y demás recursos, los aprendices crearon, en grupos, una infografía sobre sustancias tóxicas de la cotidianidad (asignadas por grupo) y cómo se deben manipular.

12. Para culminar, se aplicó la prueba postest teniendo en cuenta los conceptos tratados y el contenido de la página web, a los aprendices y directivos de la TecnoAcademia.

Análisis y resultados

Con la finalidad de realizar un seguimiento, se realizaron tres pruebas: la prueba de entrada para determinar sus bases conceptuales, el postest respecto a temas que se presentaron en la página y en las sesiones, y para finalizar se empleó una rúbrica de percepción donde los estudiantes expresaron qué tan interesante fue la experiencia y cómo podría influir en sus formaciones académicas e individuales.

De entrada, con el grupo que se presentaba los lunes se realizó una prueba diagnóstica con un total de nueve preguntas de selección única. En esta se formularon preguntas generales sobre toxicología, para tratar de identificar cuáles eran sus ideas y conceptos al respecto. Las preguntas que se plantearon y de las cuales se destacan sus respuestas son: Luisa guardó un líquido para limpiar pisos en una botella de gaseosa sin etiqueta. Su hermano pequeño lo vio y tomó un trago pensando que era refresco. ¿Qué debe hacer Luisa *inmediatamente*? (figura 4).

Luisa guardó un líquido para limpiar pisos en una botella de gaseosa sin etiqueta. Su hermano pequeño lo vio y tomó un trago pensando que era refresco. ¿Qué debe hacer Luisa *inmediatamente*?

 Copy chart

2 / 4 correct responses

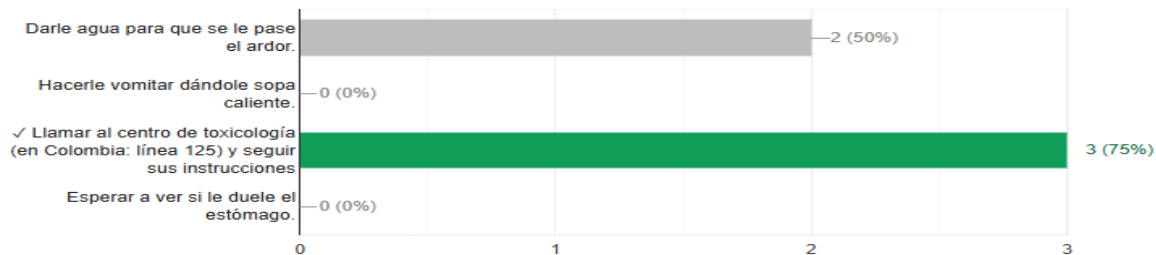


Figura 4. Pregunta prueba pretest aplicada a los aprendices de la TecnoAcademia

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la figura 4 reflejan un resultado del 50 % de error en las respuestas presentadas. Esto podría indicar una mala comprensión lectora o que en definitiva ellos no conocen las líneas de ayuda y asistencia a las cuales acudir en caso de intoxicación. En el último caso, este sería un indicador alarmante, porque el trabajo que se esperaba reali-

zar con ellos es netamente práctico y si no saben a qué línea acudir en caso de emergencia, todo suceso que ocurriera fuera de las instalaciones del laboratorio podría ser mortal para ellos. La pregunta de la figura 5 demostrará si los estudiantes tienen alguna instrucción, aunque sea mínima, en los temas de toxicología.

La toxicología estudia principalmente:

 Copy chart

4 / 4 correct responses

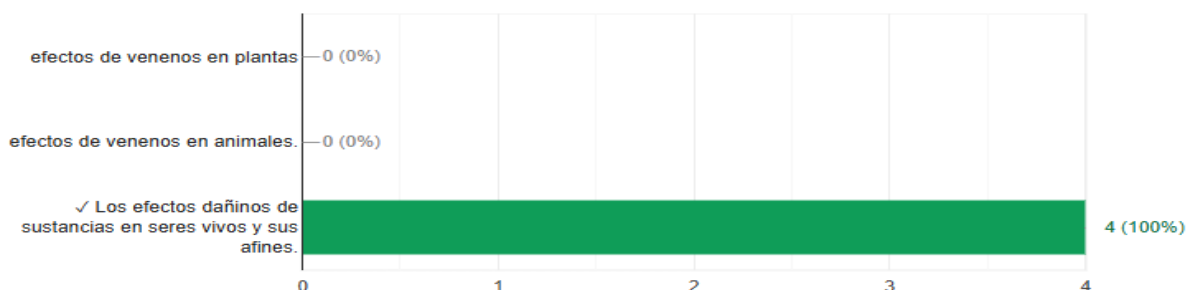


Figura 5. Pregunta prueba pretest aplicada a los aprendices de la TecnoAcademia

Fuente: elaboración propia.

Continuando con el análisis, en la figura 5 se presenta un total de 100 % de respuestas correctas, lo cual demuestra que los aprendices tienen claridad respecto al campo de estudio de la toxicología. Esto demuestra que la explicación de los temas podría hacerse con mayor fluidez usando ejemplos de situaciones que podrían encontrar en su diario vivir. Por ejemplo, se formuló la siguiente pregunta: "En un mercado, venden un 'remedio natural' para el acné en frascos sin registro sanitario. ¿Por qué es riesgoso usarlo?". El 100 % de los alumnos respondió de manera correcta: Podría contener sustancias tóxicas no decla-

radas (como mercurio o esteroides). La respuesta de esta pregunta se volvió un punto clave para desarrollar metodologías de explicación como maneras de envasar, preparar y rotular diferentes tipos de productos.

Con el siguiente grupo se realizó una prueba posttest que demostraría su avance conceptual en materia de toxicología después de haber realizado las sesiones prácticas en el laboratorio de química y haber interactuado con el AVA.

Una de las preguntas que se les formuló a los aprendices fue: "Tanto la toxicocinética como la farmacocinética se relacionan porque ambas..." (figura 6)

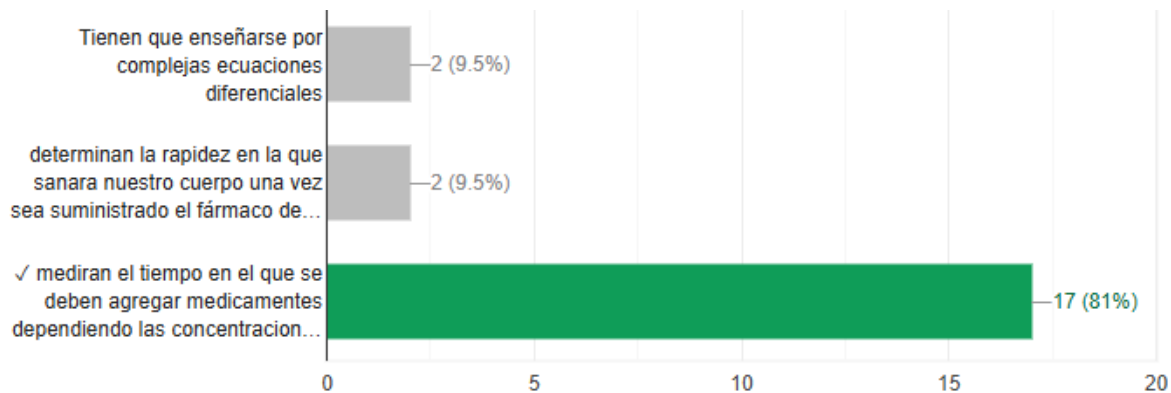


Figura 6. Pregunta prueba posttest aplicada a los aprendices de la TecnoAcademia

Fuente: elaboración propia.

Esta pregunta demuestra un gran avance en el acervo conceptual de los aprendices: el 81 % respondió correctamente. Este es un resultado bastante enriquecedor, ya que se utilizan palabras técnicas que puedan entender personas con la formación necesaria, pero cabe recalcar que el desarro-

llo de competencias en los estudiantes también se debe a la interacción y desarrollo tanto en el TPL como en el propio AVA.

Además, el uso de los recursos TIC, como se había mencionado, ayudó a subsanar falencias que existían en la prueba pretest y catalizó el desarrollo en los estudiantes,

como se observa en la respuesta a la pregunta: “¿En Colombia, si observamos una intoxicación, a qué número debemos llamar?”.

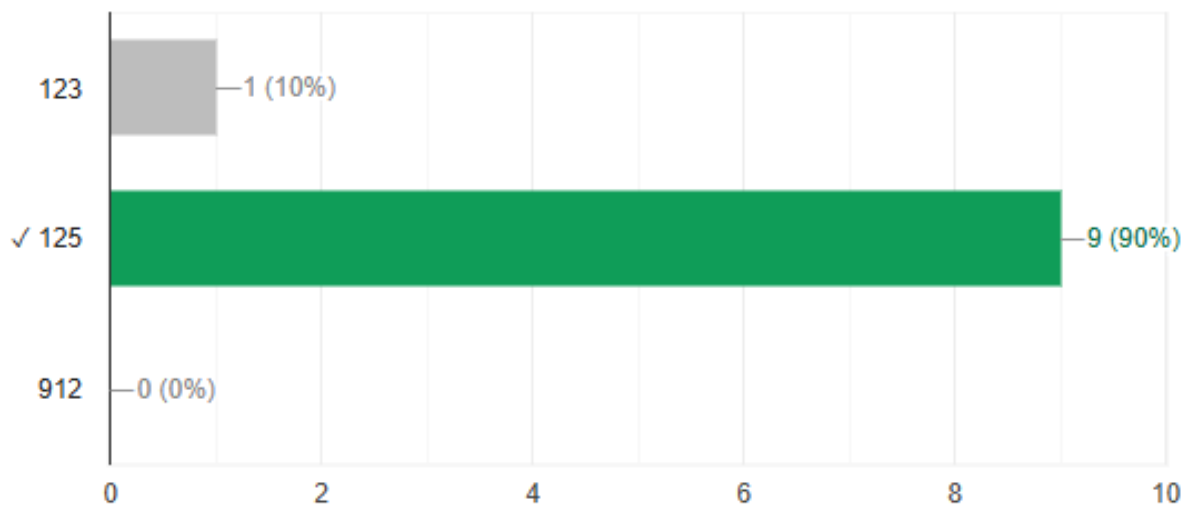


Figura 7. Pregunta prueba posttest aplicada a los aprendices de la TecnoAcademia

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la figura 7 representan un aumento del 40 % respecto a las respuestas correctas mostradas en el desarrollo de la prueba pretest, que eran del 50 %. Este es un gran indicador respecto a todos los procesos que se llevaron a cabo en el TPL y en el desarrollo tanto de lecturas como de actividades que se presentan en el AVA.

Pasando a la última parte de los análisis, se tendrán en cuenta los datos obtenidos en respuesta a la rúbrica que buscaba determinar la satisfacción de los usuarios. Este es un método para determinar posibles mejoras al propio AVA. Para la evaluación se usó una escala de Likert, donde 1 es Muy insatisfecho y 5 es Muy satisfecho.

Entre las figuras más representativas se encuentran:

1. Este material me ayuda a relacionar el nuevo conocimiento con mis conocimientos anteriores.

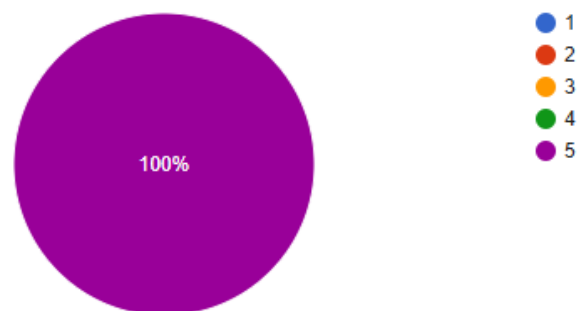


Figura 8. Rúbrica de aprendices TecnoAcademia

Fuente: elaboración propia

2. El material es interactivo (aprendo de forma activa)

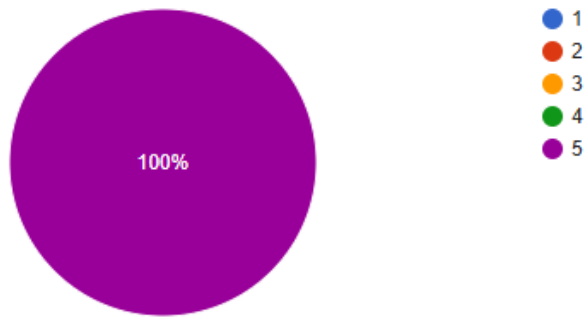


Figura 9. Rúbrica de aprendices TecnoAcademia

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos por medio del AVA demuestran que los aprendices se sintieron a gusto con el desarrollo del AVA y su implementación podría ser bastante efectiva. La comparación de los porcentajes en las pruebas pretest y postest puede ser un gran punto de apoyo a las respuestas afirmativas recibidas en la rúbrica estudiantil, como se hizo evidente en el propio laboratorio y en posteriores charlas con los aprendices, también por medio de comentarios de estos que se obtuvieron por uno de los apartados, titulado "Competencias al completar la sesión con los materiales de aprendizaje, ahora soy capaz de: / 'Que estoy aprendiendo cosas nuevas y estoy manejando habilidades nuevas', 'Cómo hacer una fermentación de mora, cómo extraer el aceite de romero, cómo se usan la mayoría de los instrumentos de química". Algo importante de los resultados obtenidos en la rúbrica es que los temas tratados en el AVA pueden ser mucho

más interactivos con el uso de las TIC y así lograr desarrollar actualizaciones que mejoren todos los puntos en la rúbrica.

Conclusiones

- Los datos obtenidos en las pruebas pretest y postest tanto como en la rúbrica presentan variaciones en el número total de aprendices que respondieron. Esto implicaría una variación en la toma final de decisiones respecto a la veracidad del AVA, por lo tanto, el trabajo presente se continuará, para así lograr mejorar el AVA con los resultados obtenidos con respecto a la rúbrica. Aunque el AVA muestra una mejoría en los conocimientos de los estudiantes antes y después del desarrollo del TPL, con el desarrollo de la página se intentará fortalecer en los aprendices el desarrollo de más habilidades y se aspira a que el presente proyecto pueda implementarse con una calidad aún mayor a la esperada.
- Con el desarrollo del AVA se detectaron varias falencias en los procesos de explicación. Asimismo, se espera que la página pueda en próximas ocasiones desarrollar la metodología DESED ya que, como se mencionó, es una metodología que está en construcción. Se espera que su uso sea un incentivo para generar proyectos futuros basados en ella y, por lo tanto, usar más las TIC.
- Los comentarios que se presentaron en el desarrollo de las rúbricas dejan ver

que el TPL y el AVA fueron más prácticos de lo esperado, ya que los aprendices generaron interrelaciones con trabajos de laboratorio que se habían realizado antes, como aquellos de extracción de aceites esenciales y procesos de fermentación. Este es un gran logro que se ve ligado al desarrollo de ese “faro de conocimiento”, ya que no se planteó que ellos realizaran esa interrelación. Esto demuestra que la apropiación del tema podría aplicarse a procesos cotidianos.

- El presente trabajo fue un reto no solo por el desarrollo del trabajo en su totalidad, sino también porque durante todo el proceso se deseaba llegar al corazón de personas ansiosas de conocimiento. Por lo tanto, no se desarrolló pensando solo en estudiantes de bachillerato o en las metodologías didácticas del docente, sino en toda aquella persona interesada en la toxicología.

Referencias

- Bernabeu, M. D. y Cònsul, M. (s.f.). Aprendizaje basado en problemas: El Método ABP. <https://educra.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>
- Carnoy, M. (2004). *Lección inaugural: Las TIC en la enseñanza: posibilidades y retos*. Universidad Oberta de Catalunya.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (Icfes). (2017). *Guía de orientación Saber 11°*. <https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/Guia-de-orientacion-saber-11-2017-1.pdf>
- Peláez Camarena, S. G. y López Azamar, B. (2006). Metodología para el desarrollo de software educativo (DESED). *UPIICSA*, 14(6), 7-10.
- Puyol-Cortez, J. L. (2023). Tecnologías emergentes en la educación del siglo XXI. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 1(4), 40-55. <https://doi.org/10.70881/mcj/v1/n4/25>
- Repetto, C., Mathias, B., Weichselbaum, O. y Macedonia, M. (2021). *Visual recognition of words learned with gestures induces motor resonance in the forearm muscles*. *Scientific Reports*, 11(17278). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96792-9>
- Venezky, R. y Davis, C. (2002). *Quo vademus? The transformation of schooling in a networked world* (Versión 8c, 6 de marzo). OECD/CERI.

<http://revistas.upn.edu.co>