

Usabilidad de la Aplicación TIC “A la Materia” en la enseñanza química: un análisis en entornos rurales de Montería, Colombia

ICT Tool Usability in chemistry education: An analysis in rural Montería, Colombia

Rubén Darío Guzmán Zapa¹ y Claudia Marcela Arana Medina²

¹Universidad UMECIT Panamá, rdguzmanz@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-1163-8586>, Colombia.

²Universidad UMECIT Panamá, aurapaola.doc@umecit.edu.pa, <https://orcid.org/0000-0002-3660-9526>, Colombia

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 08-03-2025

Revisado 09-03-2025

Aceptado 06-04-2025

RESUMEN

Las competencias científicas - química estudian la composición, estructura y transformación de la materia, permitiendo comprender los procesos que ocurren tanto en la naturaleza como en la vida cotidiana. Desde esta perspectiva, las habilidades asociadas con este constructo epistemológico permiten observar, interpretar y explicar fenómenos, formular preguntas, analizar información y tomar decisiones responsables frente al entorno. Estas competencias implican saberes teóricos, la capacidad de aplicar el conocimiento en contextos reales, promoviendo una relación consciente y crítica con el mundo que rodea al estudiante del contexto rural. Ante este asunto, el presente artículo devela la usabilidad que tiene la aplicación TIC “A la Materia” en la enseñanza de la química en zonas rurales de Montería, Colombia. Y, como a partir de esta herramienta didáctica innovadora se potencia el desarrollo de competencias en los participantes al incentivar la curiosidad, el análisis crítico y la interpretación de fenómenos. Esta estrategia despierta en los estudiantes una actitud activa frente al conocimiento, fortaleciendo habilidades para explorar y comprender su entorno. A fin de alcanzar este objetivo, se empleó un enfoque cuantitativo de tipo explicativo con 50 estudiantes asignados a la media académica de cuatro Instituciones Educativas Rurales de la Ciudad de Montería, Colombia. En los resultados, se registran indicadores de usabilidad, lo que significa que cumple con las exigencias de los usuarios en términos de facilidad de uso, de eficiencia, de eficacia, de accesibilidad y en términos generales del nivel de satisfacción que genera la aplicación en la experiencia del usuario. De igual forma, se concluye que, la incorporación de recursos tecnológicos y digitales en el acto pedagógico deriva en el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Finalmente, la aplicación TIC “A la Materia” como herramienta didáctica según las validaciones, comprobaciones y evidencias de aprendizaje en el grupo intervenido incrementa la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje en comparación a metodologías tradicionales de enseñanza.

ABSTRACT

Chemistry, the scientific study of matter's composition, structure, and transformation, facilitates comprehension of the processes occurring in nature and in everyday life. From this perspective, the competencies associated with this epistemological construct enable the observation, interpretation, and explanation of phenomena; the formulation of questions; the analysis of information; and the responsible decision-making regarding the environment. These competencies encompass theoretical knowledge and the capacity to apply that knowledge in real-world contexts, fostering a deliberate and critical engagement with the environment that surrounds the student in the rural context. Considering these concerns, the present article explores the potential of gamification in the context of chemistry education in rural Monteria, Colombia. The article further elucidates how this innovative didactic instrument fosters the development of skills in participants by encouraging curiosity, critical analysis, and interpretation of phenomena. This strategy fosters an active attitude towards knowledge among students, thereby strengthening their skills to explore and understand their environment. To achieve this objective, an explanatory quantitative approach was used with two hundred students assigned to the academic average of four rural

Keywords:

ICT Tool
Scientific Competences
Rural Education
Didactic Tool
Chemistry

educational institutions in the city of Monteria, Colombia. The results obtained included usability indicators, which signified that the tool met the demands of users in terms of ease of use, efficiency, effectiveness, accessibility, and, in general, the level of satisfaction generated by the application in the user experience. The incorporation of gamified technological resources into pedagogical practices has been demonstrated to enhance teaching and learning processes. Finally, gamification as a didactic tool, as evidenced by the validations, verifications, and evidence of learning in the experimental group, has been shown to enhance student motivation in comparison to traditional teaching methodologies.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química en la media académica y en contextos rurales plantea desafíos particulares que no pueden ser abordados mediante esquemas pedagógicos convencionales. Las condiciones propias de estas regiones —como la limitada infraestructura, la escasez de recursos tecnológicos y el acceso restringido a herramientas pedagógicas innovadoras— impactan directamente en la motivación de los estudiantes, en su interés por el conocimiento científico y en su rendimiento académico (Mena et al., 2022). Los procesos educativos no son ajenos a esta realidad, es cada vez. En este escenario, el desarrollo de competencias en química no puede limitarse a la transmisión de contenidos teóricos aislados, sino que debe responder a una lógica más activa, donde los estudiantes sean partícipes de procesos que les permitan apropiarse del conocimiento a través de la experimentación, la interacción con su entorno y la resolución de situaciones contextualizadas.

Una de las mayores dificultades observadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química en instituciones educativas rurales radica en la desconexión entre lo que se enseña y las experiencias reales de los estudiantes. Esto se traduce en una pérdida progresiva del interés por las ciencias, particularmente por aquellas disciplinas que exigen cierto nivel de abstracción como la química. Ante esta realidad, resulta relevante el diseño de estrategias didácticas que logren despertar la curiosidad, fortalecer la comprensión conceptual y activar procesos reflexivos en torno a los fenómenos naturales (MEN, 1998). Por ello; es necesario que las acciones pedagógicas tengan sentido en la vida cotidiana del estudiante rural, que se transformen en herramientas para interpretar el mundo que habita y, eventualmente, para incidir en su transformación.

En este marco, la gamificación se presenta como una herramienta didáctica con potencial para dinamizar los procesos formativos en química (Briceño, 2022). Más allá de su carácter lúdico, esta estrategia propone una reconfiguración de los roles tradicionales en el aula. Al incorporar dinámicas propias del juego en ambientes educativos, la gamificación promueve la participación, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones, al tiempo que refuerza el compromiso del estudiante con su propio proceso de aprendizaje (Serrano y Robles, 2024). Estas dinámicas permiten que el conocimiento químico se aproxime de forma más accesible y menos intimidante, favoreciendo la construcción de competencias asociadas al pensamiento científico.

La idea de enseñar química mediante herramientas gamificadas cobra sentido en contextos donde las limitaciones materiales exigen creatividad y flexibilidad didáctica. El juego, cuando se estructura con intencionalidad pedagógica, permite representar situaciones complejas de forma simbólica, motivando a los estudiantes a resolver desafíos, identificar patrones y aplicar conceptos teóricos en escenarios simulados. Así, la gamificación deja de ser una actividad periférica y se convierte en el eje que articula el proceso formativo, permitiendo a los estudiantes avanzar en niveles de comprensión, adquirir nuevas habilidades y desarrollar competencias específicas sin que el aprendizaje pierda profundidad ni rigurosidad (MEN, 2021). Aplicada a la enseñanza de la química, esta estrategia no solo contribuye al fortalecimiento de la motivación intrínseca, sino que también posibilita la apropiación de conceptos fundamentales de la disciplina como la estructura de la materia, las propiedades de los elementos, las transformaciones químicas y la interpretación de fenómenos naturales (MEN, 2006). Además, permite integrar prácticas de indagación, observación, análisis y formulación de hipótesis, propias del quehacer científico, en un formato accesible y estimulante para los estudiantes.

En este sentido, hablar de competencias químicas implica referirse a la capacidad del estudiante para comprender el lenguaje propio de esta ciencia, interpretar información, argumentar y actuar de manera responsable frente a los desafíos que plantea su entorno. Estas competencias comprenden una serie de habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales que deben desarrollarse progresivamente en escenarios de aprendizaje que promuevan la experimentación y la reflexión crítica. Es allí donde la gamificación puede actuar como catalizador del aprendizaje, brindando experiencias didácticas retadoras y enriquecedoras (MEN, 2016). En el contexto rural de Montería, caracterizado por realidades

socioeconómicas complejas, las instituciones educativas enfrentan el reto de construir ambientes de aprendizaje que respondan a las necesidades de sus estudiantes. La gamificación, entendida como una estrategia de mediación pedagógica, puede adaptarse a las condiciones del territorio, aprovechando los recursos disponibles y articulándose con contenidos curriculares que favorezcan el desarrollo de competencias científicas desde un enfoque situado. La flexibilidad que ofrece esta metodología permite diseñar experiencias de aprendizaje en distintos formatos, desde juegos físicos hasta aplicaciones digitales, lo cual resulta especialmente útil en contextos donde la conectividad es limitada o intermitente (MEN, 2021).

Es importante señalar que la gamificación no reemplaza al docente ni a la planificación curricular, sino que se configura como un recurso que enriquece las prácticas pedagógicas. Su implementación requiere claridad en los objetivos formativos, selección adecuada de las dinámicas lúdicas y evaluación continua de los avances de los estudiantes. El docente, lejos de ser un simple facilitador, asume un rol activo en el diseño de experiencias gamificadas que tengan coherencia con los propósitos de formación en química y que respondan a los ritmos, intereses y características de la población estudiantil (Vilte et al., 2025). El uso de estrategias gamificadas en la enseñanza de la química también aporta a la formación integral de los estudiantes, al potenciar habilidades blandas como la colaboración, la comunicación efectiva, la empatía y la gestión de emociones. Estas dimensiones, a menudo descuidadas en los modelos tradicionales de enseñanza, cobran un lugar central en las dinámicas del juego, donde las reglas, los desafíos y las metas compartidas exigen del estudiante no solo conocimientos académicos, sino también actitudes de respeto, perseverancia y autorregulación.

La experiencia desarrollada en instituciones rurales de Montería, con la aplicación de una estrategia basada en gamificación para la enseñanza de la química, ha permitido constatar la viabilidad de esta metodología como alternativa de innovación educativa. El diseño de una aplicación móvil accesible, estructurada por niveles y centrada en competencias evaluadas en pruebas nacionales, ofreció una vía para involucrar a los estudiantes en procesos de aprendizaje activos, personalizados y adaptativos (Albarracín y Díaz, 2024). La retroalimentación obtenida en las pruebas de usabilidad sugiere una alta aceptación por parte de los usuarios y una percepción positiva en términos de facilidad de uso, claridad en la información y disfrute de la experiencia. Además del impacto en la motivación, se observó una mejora en la disposición hacia el aprendizaje de la química, lo cual es especialmente relevante en contextos donde esta área suele generar resistencia o desinterés. El formato gamificado permitió a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, explorar contenidos de manera autónoma y recibir recompensas simbólicas por su progreso, lo que se tradujo en un mayor compromiso con las actividades propuestas y una actitud más favorable hacia el estudio de la disciplina.

El diseño didáctico de esta propuesta partió del reconocimiento de tres competencias clave en el área de ciencias naturales: el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación. Estas dimensiones fueron incorporadas en cada uno de los niveles del juego, permitiendo al estudiante interactuar con contenidos teóricos, resolver desafíos contextualizados y aplicar sus conocimientos en situaciones simuladas. La estructura por niveles facilitó la progresión en la dificultad de los temas abordados, mientras que los elementos de juego —como puntos, insignias y desbloqueo de etapas— mantuvieron el interés y la motivación durante todo el proceso. La implementación de esta estrategia en un entorno rural también ofreció la posibilidad de validar su pertinencia en contextos con limitaciones tecnológicas (MEN, 2020). El hecho de que la aplicación pueda ser utilizada sin necesidad de conexión a internet, y que su instalación sea sencilla y liviana, representa una ventaja considerable frente a otras soluciones educativas digitales que requieren mayores recursos. Este aspecto demuestra que la innovación educativa no necesariamente está ligada a grandes inversiones tecnológicas, sino al diseño pedagógico centrado en las características del contexto y en la experiencia del usuario.

La educación rural, históricamente marginada en términos de calidad y acceso, requiere de propuestas didácticas que no solo compensen las carencias estructurales, sino que reconozcan el valor de sus saberes, sus formas de vida y sus necesidades específicas. Desde esta perspectiva, el desarrollo de competencias químicas mediante estrategias gamificadas puede convertirse en una herramienta para fortalecer el sentido de pertenencia, empoderar a los estudiantes y ofrecerles mejores oportunidades de participación en escenarios académicos, laborales y sociales. El impacto de este tipo de iniciativas trasciende los resultados inmediatos y se proyecta hacia una educación más inclusiva, participativa y contextualizada. Esta investigación parte de la convicción de que el aprendizaje de la química, lejos de ser una tarea reservada para unos pocos, puede convertirse en una experiencia cercana, retadora y gratificante para todos los estudiantes, independientemente de su lugar de origen. A través de una propuesta gamificada construida desde el conocimiento del territorio, se busca contribuir al fortalecimiento de los procesos educativos en las zonas rurales de Montería, consolidar nuevas formas de enseñanza y promover una ciencia que se viva, se cuestione y se construya desde la cotidianidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se lleva a cabo en el municipio de Montería, específicamente en el contexto rural del presente Ente Territorial Certificado en Educación, con estudiantes de la media académica de cuatro instituciones educativas rurales adscritas al servicio educativo oficial. Se adopta un enfoque cuantitativo basado en el análisis estadístico del cuestionario de usabilidad de sistemas informáticos-CSUQ a fin de determinar la usabilidad de la Aplicación TIC “A la Materia” como herramienta didáctica en el desarrollo de competencias científicas – química. Asimismo, evaluar la calidad del sistema, la calidad de la información, la asistencia del sistema ante un error y la forma, organización y disponibilidad de la información dentro del aplicativo y finalmente, la satisfacción general del usuario en la muestra seleccionada como objeto de estudio. De acuerdo con Hernández et al., (2018), la investigación cuantitativa se centra en “Medir y estimar magnitudes a través de las cuales se describen variables observables del fenómeno de estudio” (p. 3). Los datos obtenidos en este sentido son el resultado de las mediciones de las variables de estudio obtenidas mediante procedimientos estandarizados para su aceptación por parte de la comunidad científica, de igual forma los datos numéricos han sido sometidos al análisis estadístico de tal forma que las inferencias obtenidas gocen de validez. En esta misma línea, Fernández et al. (2014) confirman que los cuasiexperimentos están alineados con la investigación cuantitativa toda vez que “se busca poner a prueba una hipótesis causal manipulando (al menos) una variable independiente donde por razones logísticas o éticas no se puede asignar las unidades de investigación aleatoriamente a los grupos” (p.756); en este caso concreto, los grupos de control y experimental considerados como muestra investigativa han sido organizados previamente al inicio del año escolar por parte de las Instituciones Educativas intervenidas.

En adición, para el tipo de investigación se tiene que es explicativa; la cual según Hurtado (2012), “Busca comprender cómo y por qué esta metodología incide en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes” (p.116). Este tipo de estudio no se limita a describir los efectos observados, sino que intenta establecer relaciones entre el uso de herramientas gamificadas y los procesos de aprendizaje que se activan en el aula. El propósito no se reduce a validar que la gamificación funciona, sino a explorar los mecanismos que permiten su impacto en contextos donde las prácticas tradicionales han mostrado limitaciones evidentes (Acosta et., 2025). La elección de este tipo explicativo responde a la necesidad del investigador quien plantea relaciones de causalidad y procesos explicativos acerca de la usabilidad de la gamificación como herramienta didáctica para la educación química. De forma intencional, en este estudio la muestra se compone de estudiantes de grado 11° de cinco instituciones educativas rurales de Montería, Colombia. Los estudiantes tienen un rango de edades entre 15 y 18 años, con nivel socioeconómico medio, la siguiente tabla discrimina los datos relacionados con la población y la muestra considerada:

Tabla 1: Muestra del Cuasiexperimento

Institución Educativa	Sexo Femenino	Sexo Masculino	Participantes
1. San Isidro	7	3	10
2. Kilómetro 12	7	3	10
3. Leticia	6	4	10
4. San Anterito	6	4	10
5. Garzones	8	2	10
Total	34	16	50

En este muestreo tal como lo describe Hernández y Carpio (2019) se seleccionan intencionalmente a los participantes por su fácil acceso y por reunir las características que considera el investigador, en este caso de estar ubicados en un contexto similar al de la población objetivo y de ser estudiantes de básica secundaria y media de instituciones educativas rurales de Montería. Para la medición de usabilidad de emplearon dos cuestionarios. El primero de ellos, el cuestionario CSUQ versión 3 diseñada originalmente en inglés por Sauro y Lewis (2012), traducido al español y validado por Hedlefs et al. (2015), incluyendo la medicación que para cada uno de los ítems se cambia la expresión “sitio web” por aplicativo móvil (Ramos, 2023). Este cuestionario consta de 16 ítems que evalúan tres factores: calidad del sistema, calidad de la información y calidad de la interfaz. Emplea una escala tipo Likert del 1 a 7, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 7 corresponde a totalmente de acuerdo.

El segundo instrumento empleado es el SUS en su versión original, traducida al español y validada por Hedlefs y Garza (2016), realizando una adaptación en la cual se cambia la expresión “sitio web” por el término “aplicación” en cada uno de los ítems. La traducción al español al igual que en el cuestionario CSUQ contó con la colaboración de expertos bilingües. El instrumento consta de 10 ítems, 5 positivos

(ítems impares) y 5 negativos (ítems pares) y evalúa dos factores: usabilidad general y facilidad de aprendizaje. Se emplea una escala tipo Likert que consta de 5 niveles de respuesta, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.

Los 50 estudiantes seleccionados como muestra instalaron en sus dispositivos móviles la aplicación “A la materia”, para ello, previamente se les había compartido el archivo de instalación (de extensión APK) mediante un mensaje de WhatsApp, éste archivo tiene un peso inferior a 10 Megabytes y su instalación se procede de forma rápida y ágil. Es importante, resaltar que la aplicación no necesita conectividad permanente para su funcionamiento, ya que todos los recursos multimediales están previamente cargados en la aplicación. Una vez superada la etapa de instalación, con la orientación del docente y durante un periodo de tres semanas los estudiantes realizan manipulan y realizan las actividades sugeridas por la aplicación. Es importante resaltar que la aplicación consta de 5 niveles, los cuales en la medida que se van superando permiten el desbloqueo del siguiente nivel al tiempo que se va registrando mediante una puntuación los avances de los estudiantes. Finalmente, los estudiantes realizan las pruebas de usabilidad CSUQ -SUS y a partir de estas valorar las impresiones que el aplicativo genera en los estudiantes. Para el diseño de la aplicación a la materia, se empleó la plataforma *App Inventor*, la cual fue diseñada por Google y su utilización es completamente gratuita, requiriendo para su uso conexión a internet y un dispositivo electrónico como computador, Tablet o incluso un celular con requisitos mínimos de sistema operativo y sistema.

La aplicación “A la Materia” está construida con un lenguaje y una interfaz sencilla para el usuario, que, para este caso, corresponde a estudiantes de básica secundaria y media del sistema educativo colombiano. Puede ser empleada de forma *off line* pues no requiere conexión a internet, ya que todo el contenido multimedial está previamente cargado en la aplicación. La pantalla inicial de la aplicación se muestra en la figura 3. En ella se aprecia los niveles de juego, estos niveles están bloqueados y se requiere la superación del nivel inferior para el desbloqueo. Contiene un botón correspondiente al material de la clase, el cual al ser pulsado se despliega un archivo PDF con contenido teórico asociado al nivel. También cuenta con un botón de salida y una leyenda en la parte superior resalta en verde, que señala el máximo nivel alcanzado hasta el momento y así como el puntaje obtenido.

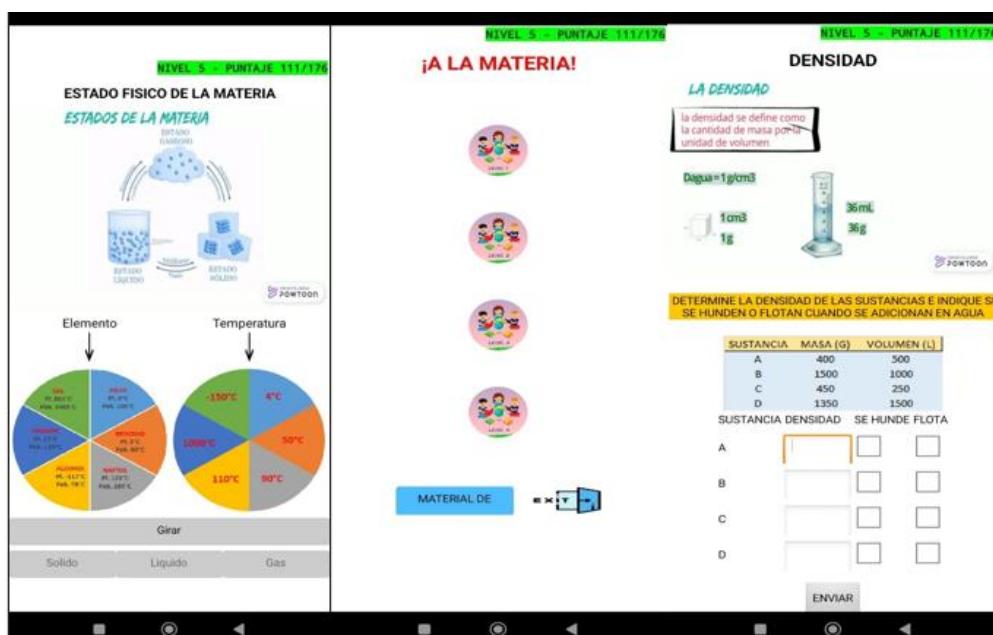


Fig. 1: Aplicación “A la Materia” elaborado a partir de la plataforma App inventor.

La figura 1, muestra la interfaz visual de dos niveles de aplicación, cada una de ellas cuenta con un video introductorio y una serie de actividades asociados a unas 3 competencias específicas: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, que son las tres competencias evaluadas en ciencias naturales y específicamente en el componente químico en las pruebas Saber-11 en Colombia. El objetivo de la prueba de usabilidad es conocer las impresiones generales de los estudiantes al emplear la aplicación “A la Materia”. El análisis que resulte de éste permite identificar en qué medida se adapta la aplicación a las necesidades y expectativas de los estudiantes. De igual forma, permite identificar si la claridad de información y las actividades propuestas resultan de interés para los usuarios. Todo esto esta

información en última medida sirve de insumo para la realización de actualizaciones, correcciones de errores o mejoras a las que haya lugar.

RESULTADOS

El sentido de toda investigación se encamina a producir conocimientos que ayuden a la comprensión de fenómenos naturales o sociales y que contribuyan en la solución de problemática que surgen de las dinámicas sociales y naturales. Desde este punto de vista, este estudio, que tiene su origen en la necesidad de fortalecer los procesos pedagógicos para el mejoramiento de los desempeños académicos y de las competencias en ciencias naturales, tiene un gran valor social, puesto se direcciona en el planteamiento y la puesta en acción de nuevas alternativas metodológicas de los procesos de enseñanza-aprendizaje, que aporten al mejoramiento de la calidad educativa. Y esto, en últimas instancias contribuye así en una pequeña medida, al mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de las comunidades de influencia.

Sumado a lo anterior, la población a la que se dirige la práctica pedagógica a la que hace referencia este estudio, es población rural, que por la vulnerabilidad y las características propias de su contexto tienen menores oportunidades de accesos a información y recursos tecnológicos al servicio de la educación. Esto a largo plazo se traduce en un menor desempeño y desarrollo de competencia de los estudiantes de la ruralidad y es puesto en manifiesto en las diferentes pruebas censales que se realizan en el país por parte del MEN. Todo esto aplicando criterios de igualdad y equidad. De igual forma, en agradecimiento los profesores colaboradores podrán seguir empleando estas estrategias o herramientas con los otros cursos que consideren pertinentes y se les brindará acompañamiento si este es requerido. La presentación de los datos y el análisis estadístico de los datos se realiza empleando el Programa Statistical Package of Social Sciences (Programa Estadístico para Ciencias Sociales-SPSS) en su versión número 27 focalizando la operacionalización de las siguientes variables:

Formación por competencias científicas – química

En la operacionalización de la variable dependiente que corresponde a las competencias químicas, se consideran como dimensiones de estudio las tres competencias evaluadas por el ICFES en la prueba de estado Saber-11, que corresponden a: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación. El estudio revela que la implementación de la aplicación gamificada “A la Materia” permitió generar avances en estas tres competencias, integrándolas de forma estructurada dentro de cada uno de los niveles de la herramienta digital. Esta integración de tipo conceptual y funcional permitió que cada competencia fuera ejercitada mediante actividades específicas, videos explicativos, ejercicios de aplicación y desafíos interactivos. Los resultados obtenidos durante la prueba de usabilidad, junto con la experiencia de uso, evidencian que los estudiantes pudieron vincular los contenidos químicos con situaciones planteadas en el entorno del juego, logrando interpretar y aplicar sus conocimientos más allá de la simple memorización.

En cuanto al uso comprensivo del conocimiento científico, la aplicación favoreció en que los estudiantes reconocieran conceptos y términos propios de la química, a fin de emplearlos en la resolución de problemas propuestos por el entorno gamificado. La incorporación de materiales teóricos en formato PDF, acompañados de videos introductorios, permitió una aproximación progresiva a los temas tratados, y su aplicación en los ejercicios de cada nivel fortaleció la comprensión activa del contenido. Este enfoque, centrado en la contextualización y en la puesta en práctica del saber científico, favorece una comprensión que va más allá de la repetición mecánica, toda vez que promueve la apropiación crítica de los contenidos abordados en la asignatura.

En lo relativo a la explicación de fenómenos, la propuesta logró activar procesos de análisis que vinculan la teoría con la observación de hechos o simulaciones. En los niveles del juego se plantearon situaciones que requerían identificar transformaciones químicas, clasificar sustancias o interpretar reacciones, invitando al estudiante a pensar el fenómeno desde su estructura y comportamiento, y no solo desde su nomenclatura. Esta dinámica propició la interpretación argumentada de procesos, lo cual implica que los estudiantes lograron establecer relaciones entre el contenido aprendido y los comportamientos de la materia, tal como se espera en esta competencia evaluada en pruebas nacionales.

Por último, en la dimensión de indagación, la herramienta estimuló habilidades de observación, formulación de hipótesis y toma de decisiones. Aunque la aplicación no se configura como un laboratorio virtual completo, su estructura por niveles y los desafíos propuestos permitieron simular procesos propios de la investigación científica. Los estudiantes se enfrentaron a preguntas orientadoras, análisis de casos y actividades que exigían explorar distintas alternativas de respuesta, lo cual fortaleció su capacidad para actuar de manera reflexiva y autónoma frente a una situación problema. Además, la retroalimentación inmediata ofrecida por el sistema permitió que los errores se convirtieran en oportunidades para revisar los procesos mentales y consolidar el aprendizaje.

Estos hallazgos confirman que la aplicación no se limita a entretenerte, sino que estructura experiencias de aprendizaje en las que las competencias científicas se desarrollan desde la acción. El diseño pedagógico centrado en competencias, combinado con el uso de recursos digitales adaptados al contexto rural, logró promover avances en el desempeño de los estudiantes en áreas que tradicionalmente han generado desinterés o dificultades. Así, se valida la posibilidad de utilizar estrategias gamificadas no solo como herramienta tecnológica, sino como recurso didáctico con potencial para transformar la enseñanza de la química desde una perspectiva competencial y contextualizada.

Usabilidad de la Aplicación Gamificada “A la Materia” en Contexto Rural

El cuestionario CSUQ versión en español mostró una alta confiabilidad con un coeficiente de alfa de Cronbach, de 0,925 correspondiente a un extracto del programa estadístico SPSS, empleado para la realización de dicho cálculo. Este valor de confiabilidad puede considerarse como excelente, acorde con los criterios de confiabilidad, donde se señala que valores superiores a 0.9 para cuestionarios de menos de 20 preguntas, son considerados excelentes. Es de resaltar, que el alto valor de confiabilidad está en concordancia con los valores reportados y referenciados previamente por diferentes autores (Ramos, 2023). La usabilidad de la aplicación TIC “A la Materia”, diseñada con fines pedagógicos para la enseñanza de la química fue sometida a una prueba de usabilidad con 50 estudiantes rurales de grado 11 en Montería, Colombia.

Del anterior ejercicio, se ha podido valorar el impacto de la aplicación TIC desde la perspectiva de los usuarios reales, quienes representan el público objetivo de la propuesta. Los resultados obtenidos reflejan una alta aceptación de la herramienta y confirman que su diseño responde adecuadamente a las necesidades del contexto rural. En términos prácticos, los resultados sugieren que la aplicación “A la Materia” puede ser implementada con éxito en instituciones rurales, siempre que los recursos tecnológicos se adapten a las condiciones del entorno (Gamarra et al., 2021). La aplicación fue diseñada para funcionar sin conexión permanente a internet, una condición fundamental para asegurar su funcionalidad en zonas donde la conectividad no es constante. Este atributo técnico, junto con su interfaz sencilla y el uso de formatos multimedia livianos, facilitó su operatividad en dispositivos móviles de gama media o baja, comunes en las comunidades estudiadas. A continuación, se presentan las frecuencias con cincuenta estudiantes tomados como muestra en la aplicación del CSUQ:

Tabla 2: Frecuencias del cuestionario CSUQ

Opciones	Preguntas																Porcentaje
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Totalmente de acuerdo	18	18	9	18	24	5	4	14	21	21	11	27	6	28	8	21	32%
De acuerdo	21	23	18	20	18	26	18	16	16	17	22	15	28	17	21	22	40%
Parcialmente acuerdo	5	3	16	6	5	7	13	9	5	3	11	5	12	2	14	4	15%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	3	5	4	0	5	5	8	5	6	3	2	4	3	5	2	8%
Parcialmente en desacuerdo	2	1	2	0	2	3	3	1	2	3	1	0	0	0	1	1	3%
En desacuerdo	1	1	0	0	1	3	4	1	1	0	1	1	0	0	1	0	2%
Totalmente en desacuerdo	1	1	0	2	0	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1%
Total	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100%

En primer lugar, la prueba de usabilidad empleó dos instrumentos ampliamente validados: el Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) y la System Usability Scale (SUS). Ambos permitieron medir la percepción del usuario en dimensiones clave como la calidad del sistema, la claridad de la información y la interfaz de navegación (Barajas et al., 2018). El cuestionario CSUQ, por ejemplo, arrojó un promedio general de 5.79 sobre 7, lo cual indica que los estudiantes valoraron positivamente la experiencia de uso, considerando que los ítems mejor calificados se relacionaron con la satisfacción general y el gusto por el uso de la aplicación (Guzmán y Arana, 2023). Un análisis detallado mostró que el 87 % de las respuestas se ubicaron entre las categorías de “totalmente de acuerdo”, “de acuerdo” o “parcialmente de acuerdo”, lo cual evidencia un amplio respaldo hacia la funcionalidad del recurso gamificado. Esta tendencia sugiere

que los estudiantes no solo comprendieron con facilidad la lógica del juego, sino que también sintieron agrado y comodidad al interactuar con el sistema. En contextos rurales, donde el acceso a tecnologías es limitado y la familiaridad con herramientas digitales puede ser baja, este tipo de respuesta positiva representa un avance en la inclusión de metodologías activas adaptadas a las realidades territoriales.

El análisis estadístico reveló un alto grado de confiabilidad interna, con un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.925 para el CSUQ, lo cual respalda la consistencia de las percepciones recogidas. Este resultado es coherente con lo reportado por Hedlefs et al. (2015), quienes demostraron que dicho cuestionario mantiene altos niveles de validez y confiabilidad en estudios similares. La fiabilidad estadística obtenida sugiere que el instrumento mide de manera estable la satisfacción y eficacia de la herramienta, validando la experiencia de los estudiantes como fuente confiable de información. El promedio general de las calificaciones de los estudiantes para todos los ítems corresponde a 5,79/7 y una desviación estándar de 1,26. Un mayor detalle de las ponderaciones dadas por los usuarios de la aplicación, se muestra en las Tabla 2, en la cual se resume los valores promedio con una escala de 1 a 7 y la desviación estándar para cada ítem. Los valores promedio expuestos de la Tabla 2 muestran que la mayoría de las preguntas evaluadas en el cuestionario, tuvieron calificaciones cercanas a 6, lo que indica en general los estudiantes en promedio están de acuerdo con los aspectos claves de la usabilidad de la aplicación. Por su parte, el ítem 7, con promedio (4,82) fue el ítem menos valorado, se relaciona con la disponibilidad de mensajes de error al presentarse una falla durante el uso de la aplicación. Y, en concordancia con la norma ISO 9241-11 “el grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr metas determinadas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto particular de uso” (Hedlefs y Garza, 2016, p. 3). Sugiere esto entonces, un punto de mejora para las futuras actualizaciones del aplicativo móvil, aunque cabe resaltar que este aspecto fue calificado favorablemente en términos generales, aunque es susceptible de mejoras.

Por otro lado, el ítem con mayor valoración (6,40) corresponde al ítem 14, que indaga sobre el gusto o agrado del uso de la aplicación. Esto es punto de gran importancia para los fines que se persiguen, puesto que, si la aplicación es del agrado de los estudiantes, la experiencia de los resulta motivante para el alumnado y esto se ve reflejado en los desempeños académicos y el mejoramiento de las competencias que se desean potenciar. Además de lo anterior, éste ítem presentó la desviación estándar, lo que permite concluir que hay una gran uniformidad en el gusto del uso de la aplicación, dicho en otros para la mayor parte del grupo encuestado coincidió en que el uso de la aplicación fue agradable para ellos. Otro aspecto relevante es el vínculo entre la usabilidad y la motivación del estudiante. La estructura gamificada, basada en niveles que deben ser desbloqueados progresivamente, estimuló la participación de los usuarios. La incorporación de videos introductorios, actividades por competencia y retroalimentación inmediata permitió mantener el interés durante todo el proceso, favoreciendo no solo el uso del aplicativo, sino también la comprensión de contenidos químicos. Esto coincide con lo planteado por Sauro y Lewis (2018), quienes establecen que la usabilidad efectiva está estrechamente relacionada con la satisfacción emocional del usuario y con su disposición a repetir la experiencia.

El análisis de los resultados obtenidos mediante el cuestionario CSUQ aplicado a los estudiantes rurales que utilizaron la aplicación “A la Materia”, permite valorar de forma diferenciada aspectos fundamentales de la usabilidad: calidad del sistema, calidad de la información y calidad de la interfaz. Estos componentes constituyen pilares en el diseño de herramientas digitales que buscan facilitar el aprendizaje, especialmente en contextos donde las condiciones tecnológicas no siempre son óptimas. En lo que respecta a la calidad del sistema, la puntuación promedio alcanzada ($\bar{x}=5,77/7$) indica que los usuarios encontraron el aplicativo fácil de usar, adaptable a diferentes dispositivos y accesible desde el primer contacto (Guzmán y Arana, 2023). Este desempeño en calidad del sistema cobra mayor relevancia si se tiene en cuenta que la aplicación fue diseñada para funcionar sin conectividad constante, una condición que responde de forma directa a las limitaciones de conectividad de muchas zonas rurales del país. La posibilidad de instalar la herramienta con facilidad y navegar por sus contenidos sin necesidad de estar conectado permanentemente, representa un punto fuerte en la eficiencia del sistema.

En este sentido, el componente técnico no solo acompaña la dimensión pedagógica, sino que posibilita su desarrollo. En relación con la calidad de la información, los resultados también fueron altamente favorables, con una media general de 5,69/7. La claridad, organización y relevancia del contenido fueron bien valoradas, especialmente en ítems como “La organización de la información del aplicativo móvil en la pantalla fue clara” ($\bar{x}=6,28$) y “La información que provee este aplicativo móvil es clara” ($\bar{x}=5,92$). Estos datos permiten concluir que el diseño informativo fue percibido como útil, bien estructurado y comprensible, lo que facilita el acceso a los contenidos académicos y mejora la navegación por la aplicación. Además, el hecho de que los mensajes de error y las rutas de solución fueran, en su mayoría, interpretadas adecuadamente por los estudiantes, indica un adecuado manejo de la comunicación entre el sistema y el usuario. Aunque el ítem relacionado con los mensajes de error obtuvo la puntuación más baja del conjunto ($\bar{x}=4,82$), esta calificación aún está por encima del punto medio de la escala y representa una oportunidad de mejora más que una debilidad estructural. Este hallazgo sugiere que, si bien la claridad de

la información es adecuada, existe margen para fortalecer los mecanismos de asistencia dentro del aplicativo.

Por su parte, la escala SUS permitió establecer niveles de usabilidad generales y facilidad de aprendizaje. La puntuación SUS se determinó empleando fórmulas matemáticas donde se calculan por separado la contribución de los ítems positivos y negativos. De tal manera que, las calificaciones dados por los estudiantes, así como los puntajes SUS y los adjetivos correspondientes a dicho puntaje se muestran en la figura 2. En la siguiente figura se aprecia que en total el 88% de los estudiantes consideraron la aplicación como “buena” (17 estudiantes - 34%), “muy buena” (7 estudiantes - 14%), “excelente” (6 estudiantes - 12%) o lo “lo mejor posible” (14 estudiantes - 28%) con puntuaciones de 51,7 que es el mínimo aprobatorio en la escala SUS o superiores. Y solo 6 casos, correspondientes a un 12% de los usuarios le dieron una calificación menor de 50 (MALA) a la aplicación.

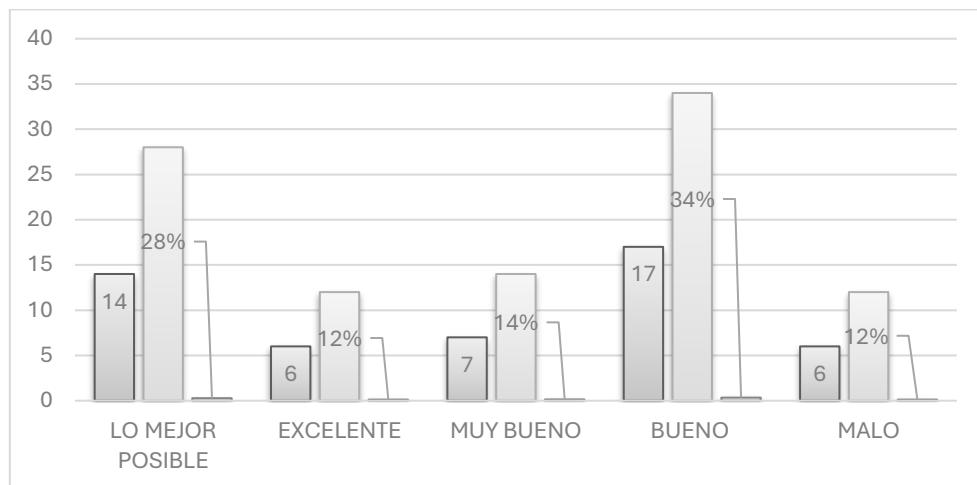


Fig. 2: Resultados y adjetivos de la escala SUS con base en la App “A la Materia”

En promedio la aplicación, obtuvo un puntaje SUS de 72,7 correspondiente a un atributo de “MUY BUENO”, estos resultados avalan la aceptación y aprobación de las principales características de la aplicación. Por otro parte, para mayor detalle es importante evaluar la usabilidad general y facilidad de uso, que corresponden a las dos subescalas o factores considerados en la escala SUS, como son señala Lewis y Sauro (2009) y ratificados por Hedlefs Aguilar y Garza Villegas (2016), mediante análisis factoriales exploratorio. Estos autores señalan, que la usabilidad general está asociada a los ítems 1,2,3,5,6,7,8, y 9 y su determinación se realiza mediante la sumatoria de la contribución de cada pregunta según sea par o impar y multiplicada por 3,125. La facilidad de aprendizaje se asocia a los ítems 4 y 10, se determina mediante la sumatoria de las contribuciones de estos puntos (por ser pares ambos, a 5 se le resta la calificación de usuario) y se multiplica por 12,5. Los rangos de satisfacción, los percentiles y los adjetivos son los mismos empleados para la escala SUS en su forma más amplia. Las calificaciones dadas por los estudiantes, así como los puntajes de la usabilidad general, de facilidad de aprendizaje y los adjetivos correspondientes se resumen en las figuras 2 y 3.

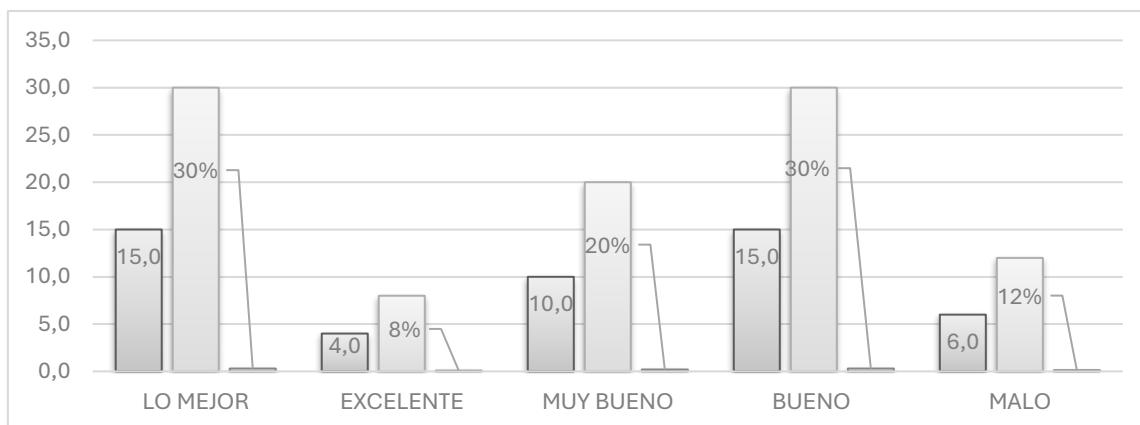


Fig. 3: Resultados y adjetivos de la subescala usabilidad general de la App “A la Materia”

La figura 3, en concordancia con los valores mostrados por la usabilidad general, muestra que en total el 88% de los estudiantes consideraron la aplicación como satisfactoria, al otorgar calificaciones de “buena” asignando calificaciones iguales o superiores a 51,7. El 12% de los estudiantes (6 casos) le dieron a la aplicación una calificación menor de 50 (Mala). En promedio la aplicación, obtuvo un puntaje Usabilidad general es de 73 correspondiente a un atributo de “Muy Bueno”. Estos resultados al igual que el puntaje SUS avalan la factibilidad de la aplicación en términos de usabilidad. Los resultados del factor facilidad de aprendizaje, mostrado en la figura 4, expone un panorama un poco diferente a los dos casos anteriores. El 76% de los casos considera como aceptable, la aplicación en lo relacionado con este aspecto. Con valoraciones “buena” (5 estudiantes-10%), “muy buena” (14 estudiantes-28%), o “lo mejor posible” (19 estudiantes-38%), asignando calificaciones iguales o superiores a 51,7. En este factor hubo un incremento del porcentaje que valoraron de forma negativa la aplicación. El 24% de los estudiantes (12 casos) le dieron a la aplicación una calificación menor de 51,7 (Mala). En promedio la aplicación, obtuvo un puntaje facilidad de aprendizaje es de 70,9 que permite categorizarla como “Buena”.

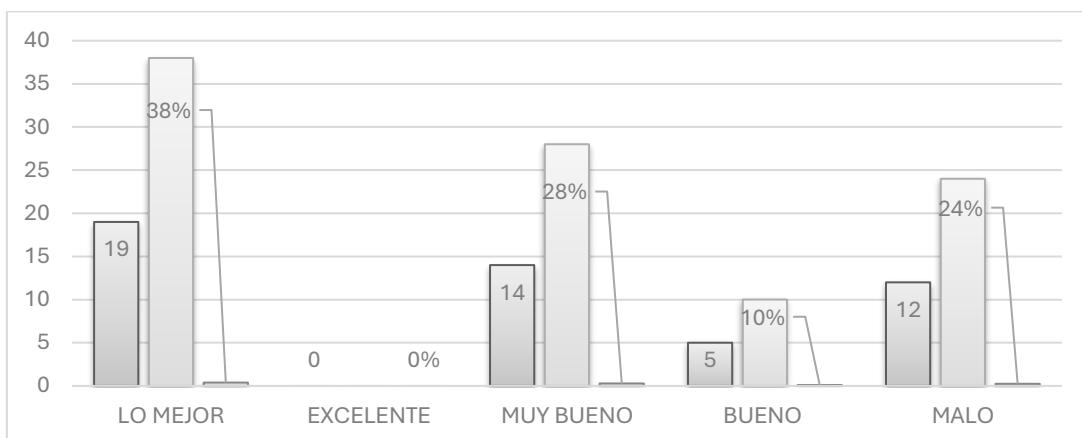


Fig. 4: Resultados y adjetivos de la subescala facilidad de aprendizaje con base en la APP “A la Materia”.

En general, la usabilidad evaluada por la escala SUS y sus correspondientes subescalas, usabilidad general y facilidad de aprendizaje, en todos los casos fue valorada por los usuarios por porcentajes ampliamente superiores a 51,7, el cual se considera el valor mínimo aceptado y consecuentemente corresponderle con calificativos como “Muy Buena” o “Buena”. Estos resultados avalan, que la aplicación cumple con las exigencias de los usuarios en términos de eficiencia, de eficacia, de facilidad de uso y satisfacción general, aunque susceptible a mejoras y futuras actualizaciones, cumple con los requisitos de usabilidad para su aplicación en el entorno educativo.

Entonces, la experiencia de los estudiantes indica que una herramienta educativa bien diseñada puede ser funcional, comprensible y atractiva, incluso en escenarios con limitaciones tecnológicas. En el caso de “A la Materia”, la alta valoración de la calidad del sistema, la información y la interfaz permite afirmar que el diseño fue pensado desde una perspectiva integradora, capaz de articular funcionalidad técnica, claridad pedagógica y experiencia del usuario en un solo recurso. Cabe destacar que la usabilidad no se limita a una percepción agradable. En el contexto educativo, se convierte en un indicador de viabilidad pedagógica. Una herramienta que resulta comprensible, accesible y funcional para los estudiantes, tiene mayores posibilidades de integrarse de manera estable a las prácticas docentes. En este caso, la experiencia en terreno con 50 estudiantes rurales de Montería confirma que el diseño didáctico y técnico de la aplicación responde a criterios de eficacia real, más allá de las pruebas de laboratorio. La prueba también permitió identificar puntos de mejora. El ítem con menor valoración (4.82) se relacionó con la falta de mensajes claros en caso de error, lo cual sugiere que, aunque la experiencia general fue positiva, existen aspectos puntuales que podrían optimizarse en futuras versiones. Esta observación aporta al diseño iterativo de soluciones educativas, donde las experiencias de los usuarios no solo validan el producto, sino que orientan su perfeccionamiento.

DISCUSIÓN

El organizador gráfico expone de forma clara las conexiones entre la gamificación y el desarrollo de competencias científicas, destacando su aplicación específica en la enseñanza de la química. Esta visión integradora permite analizar cómo el uso de mecánicas de juego, cuando se adapta con intencionalidad

pedagógica, facilita no solo el aprendizaje de contenidos, sino también el fortalecimiento de habilidades cognitivas y actitudinales necesarias para el pensamiento científico.

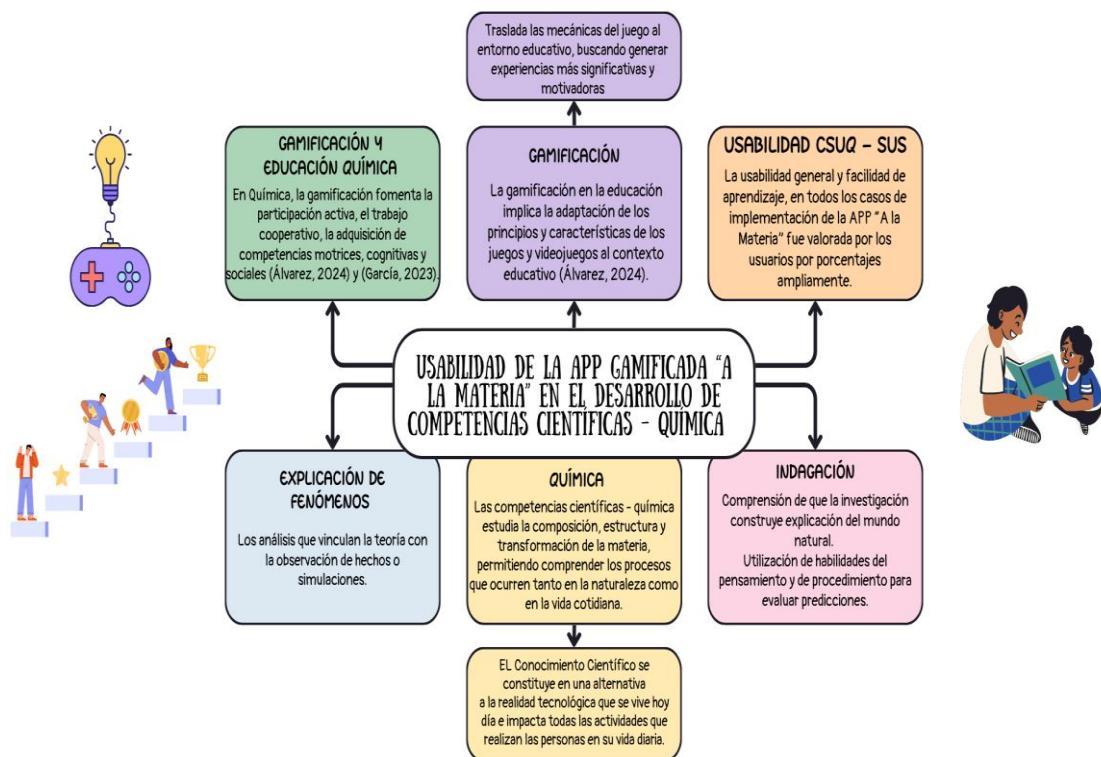


Fig. 5: Usabilidad de “A la Materia” en formación química, elaborado a partir de la herramienta TIC de Canva

La satisfacción general es amplia al ubicar la usabilidad de la gamificación como un punto de convergencia entre la tecnología educativa y el desarrollo de competencias científicas. La gamificación, al trasladar las dinámicas del juego al aula, genera escenarios de aprendizaje más motivadores y emocionalmente positivos. Este cambio en la percepción del acto de aprender es justamente lo que permite que los estudiantes se sientan más comprometidos, como se indica en el nodo “Gamificación en el aula”, y que expresen niveles tan altos de satisfacción. Cuando un estudiante disfruta lo que hace, entiende lo que aprende y ve utilidad en lo que construye, su valoración de la experiencia mejora de forma natural. En el caso de esta investigación, el hecho de que el 74 % de los usuarios manifestara estar completamente o de acuerdo con la calidad general del recurso, confirma que la propuesta no solo fue comprendida, sino también valorada. Esta satisfacción no se limita al funcionamiento técnico del aplicativo, sino que refleja un reconocimiento del valor pedagógico del entorno gamificado como espacio para aprender química desde una lógica participativa.

Además, el gráfico destaca que la gamificación puede potenciar explicación de fenómenos, indagación y comprensión del conocimiento científico, competencias que fueron trabajadas en los distintos niveles de la aplicación. El hecho de que los estudiantes hayan logrado avanzar con autonomía, recibir retroalimentación clara y aplicar lo aprendido en contextos simulados, fortaleció su percepción positiva del recurso. Así, el agrado por la herramienta no se debe únicamente a que “divierte”, sino a que conecta eficazmente con una nueva forma de aprender ciencias: activa, retadora y situada.

CONCLUSIÓN

La implementación de la aplicación “A la Materia”, diseñada bajo un enfoque gamificado, ha permitido evidenciar resultados favorables en el fortalecimiento de las competencias científicas vinculadas a la enseñanza de la química, particularmente en estudiantes de zonas rurales del municipio de Montería. El análisis de los datos provenientes de las pruebas de usabilidad permite extraer conclusiones que van más

allá de la funcionalidad técnica, abarcando el impacto formativo en tres dimensiones clave: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación.

En primer lugar, los resultados obtenidos respaldan que la herramienta promueve un uso comprensivo del conocimiento científico. Esto se refleja en la interacción constante del estudiante con contenidos que no son presentados de forma aislada, sino integrados en dinámicas de juego que exigen su aplicación contextualizada. La estructura de la aplicación —organizada por niveles, retos, material teórico y ejercicios prácticos— permitió a los usuarios interpretar conceptos químicos y utilizarlos para resolver situaciones dentro del entorno gamificado. El alto nivel de satisfacción general reportado por los estudiantes ($\bar{x} = 6,2/7$) indica que esta forma de aprendizaje no fue solo funcional, sino también estimulante, lo que favoreció una apropiación más reflexiva del saber químico.

En segundo lugar, la explicación de fenómenos emergió como una competencia fortalecida por la propuesta. Los estudiantes no se limitaron a memorizar definiciones o fórmulas; por el contrario, se enfrentaron a situaciones que los llevaron a relacionar la teoría con la observación, el análisis de transformaciones y la predicción de comportamientos de la materia. Esta capacidad de interpretar hechos desde una perspectiva científica se vio facilitada por la usabilidad de la interfaz y la claridad de la información ($\bar{x} = 5,89$ y $5,69$ respectivamente), elementos que permitieron una experiencia de navegación fluida, con acceso directo a los contenidos necesarios para realizar inferencias y construir explicaciones.

Respecto a la indagación, los resultados también son alentadores. La aplicación permitió a los estudiantes activar procesos de pensamiento asociados a la exploración, la formulación de hipótesis y la verificación de respuestas, tal como se espera en esta competencia. Aunque la herramienta no reproduce un laboratorio físico, su entorno digital propició la toma de decisiones, el ensayo y error, y la reflexión sobre los resultados. Estos aspectos son centrales para la formación científica. La subescala facilidad de aprendizaje de la escala SUS, con un promedio de 70,9 y un 76 % de valoraciones satisfactorias, sugiere que los estudiantes lograron comprender el funcionamiento de la herramienta con rapidez, lo que favoreció su concentración en los procesos de indagación más que en la lógica operativa del sistema. Además, el enfoque gamificado activa la motivación y el compromiso tal como lo demuestran los datos de usabilidad general ($\bar{x} = 73$) y los niveles de satisfacción evaluados por la escala SUS, el entorno de juego contribuyó a generar una actitud favorable hacia el aprendizaje. Este ambiente dinámico, desafiante y estructurado en metas claras permitió que las competencias científicas no fueran trabajadas de manera abstracta, sino vividas en escenarios lúdicos que exigían el pensamiento crítico y la solución de problemas.

REFERENCIAS

- Acosta-Medina, J. K., Torres-Barreto, M. L., Álvarez-Melgarejo, M., & Paba-Medina, M. C. (2020). Gamificación en el ámbito educativo: Un análisis bibliométrico. *I+D Revista de investigaciones*, 15(1), 30-39. <https://doi.org/10.33304/revinv.v15n1-2020003>
- Albarracín Ortiz, J. A., y Díaz Jaimes, W. A. (2021). La Gamificación Como Mediación en la Enseñanza y el Aprendizaje del Algebra en el Grado Octavo de Enseñanza Básica Secundaria.
- Barajas Bustillos, M., Reyes, R., Maldonado, A., García, A., y De la Riva, J. (2018). Análisis de cuestionarios para la evaluación de la usabilidad en programas de computadora. *e-Gnosis* (16), 1, 1-16. DOI: 10.12795/pixelbit.95440
- Barajas Bustillos, M., Reyes, R., y Riva, J. y Maldonado, A. (2017). Estudio comparativo de cuestionarios para la evaluación de la usabilidad en software. *Ingeniantes*. (2), 2, 3-7 <https://www.researchgate.net/publication/321836324>
- Briceño Núñez, C. (2022). La gamificación educativa como estrategia para la enseñanza de lenguas extranjeras. *Academo* (Asunción), 9(1) <https://dx.doi.org/10.30545/academo.2022.ene-jun.2>
- Gamarra, B., Coronado, A., & Giraldo-Ospina, A. (2021). Implementación de un modelo teórico a Priori de competencia matemática asociado al aprendizaje de un objeto matemático. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 7(2), 301–315. <https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6072>
- Guzmán Zapa, R. D., & Arana Medina, C. M. (2023). Diseño y usabilidad de la “A la materia”: Aplicación gamificada para enseñanza y desarrollo de competencias en química. Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología (UMECIT).
- Hedlefs, M., y Villegas, A. (2016). Análisis comparativo de la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) en dos versiones. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*. (5). 44. DOI: 10.23913/reci.v5i10.48
- Hedlefs Aguilar, M., de la Garza González, A., Sánchez Miranda, P., y Garza Villegas, A. (2015). Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, (8), 4. DOI: 10.23913/reci.v4i8.35

- Hernández Ávila, C., y Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. Alerta. 2(1):75-79. DOI: 10.5377/alerta. v2i1.7535
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación (6^a edición). McGRAW-HILL.
- Hurtado, J. (2012). Metodología de la Investigación Holística. (5^o Edición). Editorial SYPAL. Caracas-Venezuela.
- MEN-Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1998). Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá, D.C., Ministerio de Educación Nacional.
- MEN-Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas, Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden Bogotá, D.C., Ministerio de Educación Nacional.
- MEN-Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje Ciencias Naturales. Bogotá, D.C., Ministerio de Educación Nacional.
- MEN-Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2021). Pacto por la Equidad, pacto por la Educación. Avances estratégicos y respuesta política ante la emergencia sanitaria por el Covid-19. Plan sectorial 2018 – 2022.
- MEN-Ministerio de Educación Nacional. (2020). Guía N.^o 21. Articulación de la educación con el mundo productivo.
- Mena, V., Garcés Freire, E. y Balseca Manzano, M. (2022) Usabilidad del software: Una revisión sobre su evolución conceptual y parámetros de evaluación. Publicaciones en Ciencias y Tecnología. Vol.16, No 2, 121-134. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7131510>
- Ramos Garzón, J.X. (2023). Diseño, validación y usabilidad de un aplicativo móvil para la enseñanza de electrocardiografía. Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación, 66, 59-85. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.95440>.
- Sauro, J., y Lewis, J. R. (2016). The Factor Structure of the System Usability Scale. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 5619 LNCS, 94-103. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02806-9_12
- Serrano Angulo, J., y Robles, D. (2024). Usabilidad y satisfacción de la e-rúbrica. REDU: Revista de Docencia Universitaria, Número monográfico dedicado a Evaluación formativa mediante Erúbricas, 12 (1), 177-195. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4691899>
- Vilte, D., Saldaño, V., Gaetan, G., y Martin, A. E. (2015). Identificando barreras en la interacción con Facebook: una experiencia con adultos mayores de la Patagonia Austral. Informe Científico Técnico UNPA. 7(2), 246-266. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v7i2.135>