



**Prototipo de herramienta tecnológica para el
seguimiento, evaluación y procesos de analítica
de datos de resultados de aprendizaje**

Gloria María Hoyos Giraldo



Editorial
CINOC

**Prototipo de herramienta tecnológica para el
seguimiento, evaluación y procesos de analítica
de datos de resultados de aprendizaje**

Gloria María Hoyos Giraldo

Prototipo de herramienta tecnológica para el seguimiento, evaluación y procesos de analítica de datos de resultados de aprendizaje

ISBN: 978-628-95283-4-3

Autora: Gloria María Hoyos Giraldo

Editorial IES CINOC

Comité editorial: Diego Angelo Restrepo Zapata (líder editorial y corrector de estilo), David Ricardo Henao (docente), Francy Anjhely Molina (asistente) y Jhoan Nicolás Giraldo Gómez (diseñador).

Rector: Juan Carlos Loaiza Serna

Vicerrector Académico: Nicolás Otálvaro Trejos

NIT. 890.802.678-4.

Idioma: Español.

1° Edición: Marzo 2024

Fecha de aparición: 2024

Formato: 21,59 x 13,97 cm.

© Institución de Educación Superior - Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas

Pensilvania, Caldas (Colombia)

Sede principal y dirección de correspondencia

Carrera 5, núm. 6-30. Oficina Investigación, piso 3

Teléfonos: 300 835 34 88 3136516109 – 3136517582

© Derechos reservados.

© Prohibida la reproducción parcial o total sin la previa autorización del sello Editorial IES CINOC

Las opiniones expresadas y el contenido de este libro son exclusivamente responsabilidad de los autores y no indican, necesariamente el punto de vista de la IES CINOC todo el contenido de este libro está protegido por la ley según los derechos protección Intelectual.

Prólogo

En el corazón de la educación contemporánea, se encuentra la constante búsqueda de métodos innovadores para mejorar el proceso de aprendizaje y la evaluación de los resultados alcanzados. En este contexto, la Universidad de Manizales, a través de su Facultad de Ciencias e Ingeniería, ha emprendido un viaje hacia la vanguardia tecnológica y pedagógica.

El presente libro es el testimonio de un arduo trabajo colaborativo, donde expertos en educación se unieron con un objetivo claro: desarrollar una Herramienta Tecnológica que revolucionaría el seguimiento, evaluación y análisis de los Resultados de Aprendizaje (RA).

El modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales sirvió como piedra angular para este ambicioso proyecto. A través de una cuidadosa combinación de teoría y práctica, se delinearon los objetivos específicos que guiarán el desarrollo de esta herramienta pionera.

Desde la conceptualización hasta la validación, cada etapa del proceso fue marcada por el compromiso con la excelencia y la innovación. Los diseñadores gráficos trazaron interfaces intuitivas que invitan a la exploración y la interacción, donde la autora de este texto lo convierte en una experiencia práctica y sencilla para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior.

Pero este viaje no estuvo exento de desafíos. La validación del diseño gráfico y la funcionalidad del software exigieron un riguroso escrutinio y una adaptación constante. Sin embargo, cada obstáculo fue una oportunidad para el crecimiento y la mejora continua lo cual se ve desarrollado en el libro que usted hoy tiene en sus manos.

Al llegar al final de este libro, el lector se encontrará ante más que un relato técnico. Se encontrará con el testimonio de un esfuerzo de su autora, que con su gran experiencia busca potenciar el proceso educativo a través de la tecnología y la innovación.

Es nuestro sincero deseo que este trabajo inspire a futuros investigadores y educadores a seguir explorando los límites de lo posible, siempre con la mirada puesta en el horizonte de un aprendizaje transformador y significativo.

Cada capítulo se presenta de forma clara y concisa, proporcionando al lector una comprensión completa del tema en cuestión. La autora, experta en RA, ofrece una visión crítica y analítica de la práctica educativa, destacando sus implicaciones.

Este libro es un recurso invaluable para estudiantes, docentes, investigadores y profesionales de la educación en general. Quienes se embarquen en este viaje intelectual encontrarán una fuente de conocimiento y herramientas prácticas para la mejora continua.

Un recorrido por las páginas de este libro nos invita a reflexionar sobre:

- * Los diferentes enfoques y metodologías de investigación educativa.
- * Los hallazgos más recientes en áreas como la psicología del aprendizaje, la didáctica y la evaluación.
- * Los desafíos y oportunidades que enfrenta la educación en el siglo XXI.
- * La importancia de la investigación para la mejora continua de la práctica educativa en las Instituciones de educación superior.
- * Este libro no solo nos invita a conocer, sino también a reflexionar, a cuestionar y a proponer nuevas ideas. Es una invitación a participar activamente en la construcción de un futuro educativo más sólido y equitativo para todos.

Acompáñenos en este viaje a través de la investigación educativa. Descubra las claves para comprender mejor los procesos de aprendizaje y enseñanza, y explore las posibilidades de construir una educación más innovadora y efectiva.

¡Bienvenidos a este viaje hacia el futuro de la educación!

Ph.D. Diego Angelo Restrepo Zapata

Editor

Agradecimientos

En diversas etapas de nuestra vida, como seres humanos, nos enfrentamos a diversos desafíos. En última instancia, cada desafío se convierte en una prueba personal de superación, constancia y dedicación. Abordamos estos desafíos ya sea por convicción propia o porque alguna situación o persona nos los presenta.

En este contexto, la creación de este libro representó un auténtico desafío tanto a nivel profesional como personal. Su consecución se inspiró en la confianza depositada en mí por distintos compañeros, amigos, tutores y familiares, a quienes les debo el haber logrado este propósito.

Expreso mi profundo agradecimiento a cada uno de ustedes por su apoyo en esta emocionante aventura. Gracias por confiar en mí, por todo lo que he aprendido y por permitirme evolucionar como ser humano, consciente no solo de mis debilidades, sino también de mis fortalezas.

Finalmente, y lo más importante, agradezco a DIOS por haber puesto en mi corazón, mi mente y mis manos este sueño hecho realidad.

Dedicatoria

Quizás sea frase de cajón pero de todo corazón este libro está dedicado a mis ángeles en el cielo, quienes de manera permanente me acompañan espiritualmente, a mis ángeles en la tierra quienes con todo su amor y buenas intenciones me motivan para seguir adelante y también a todas las personas que ven en este libro una herramienta para promover la Educación Superior como el sendero que conduce a procesos de cambio. En este camino, el resultado de aprendizaje no es producto del azar, sino del esfuerzo planificado, consciente y sistémico, y, sobre todo, es fruto del compromiso con la mejora continua y su vinculación al uso de las nuevas tecnologías que nos ofrece la quinta revolución industrial.

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Iniciando la búsqueda	15
2. Antecedentes	20
3. Objetivos	27
4. Referente contextual	28
5. Referente teórico	32
6. Diseño metodológico	67
7. Resultados	72
8. Impactos	128
9. Conclusiones	129
10. Recomendaciones	136
Bibliografía	140
Lista de abreviaturas	147
Anexos	148



Introducción

El presente libro se enfoca en el diseño de un software prototipo, una herramienta tecnológica para seguir, evaluar y analizar los Resultados de Aprendizaje (RA). Nos basamos en el modelo de evaluación de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales. Los RA son esenciales, ya que representan las afirmaciones claras que las Instituciones de Educación Superior (IES) hacen ante la sociedad y su comunidad académica sobre el conocimiento adquirido por los estudiantes al finalizar su proceso educativo. Los procesos de evaluación son cruciales en el plan de estudios, ya que permiten valorar y demostrar los RA alcanzados por los estudiantes.

La implementación de los Resultados de Aprendizaje (RA) en los programas de educación superior del país, como resultado de los cambios normativos en la educación postsecundaria, es una novedad. Esto ha llevado a que las Instituciones de Educación Superior (IES) deban ajustar sus políticas internas de gestión curricular. Específicamente, se centran en establecer metodologías para formular, implementar y evaluar los RA. Esta última fase demanda estrategias de sistematización para garantizar la captura, almacenamiento, tratamiento y seguridad de los datos producidos en dichos procesos, según el modelo de evaluación adoptado por las IES.

La característica principal de los procesos de evaluación de los RA es el volumen y la variedad de datos que generan. Estos deben evidenciarse en cada estudiante y en cada asignatura del plan de estudios de cualquier programa académico. También deben considerarse los diversos momentos evaluativos realizados por los docentes en el proceso de Evaluación del Aprendizaje (EA), teniendo en cuenta la evaluación como proceso y resultado, así como las diferentes herramientas e instrumentos utilizados para su valoración.

El objetivo de la propuesta de investigación es comprender cómo y por qué los RA, especialmente los procesos de evaluación de los RA, se convierten en elementos clave para evidenciar la articulación de los procesos macro, meso y micro curriculares. Además, se busca explorar cómo estos se integran dentro del micro currículo, incluyendo las fases de planeación y desarrollo de las estrategias didácticas. Esto permite

identificar por qué la evaluación de los RA debe ser considerada como un proceso secuencial, consciente y con un sentido claro. Además, se reconoce que alimenta de manera constante procesos de retroalimentación, que apoyan y acompañan el logro de los RA por parte de los estudiantes.

Desde mi experiencia laboral como funcionaria pública en una Institución de Educación Superior, con conocimientos específicos en procesos del Sistema Interno de Aseguramiento de la Calidad y Sistemas de Gestión de Calidad, encuentro en este libro una excelente oportunidad para comprender la importancia de los Resultados de Aprendizaje (RA) y sus procesos evaluativos.

Este conocimiento resulta fundamental para tener en cuenta todas las condiciones, factores, características y aspectos relacionados con los procesos de calidad y alta calidad en la educación superior. Son compromisos que las instituciones educativas asumen con el fin de lograr una transformación social a través de la formación del talento humano.

Según las tendencias actuales en ingeniería de software, el diseño de prototipos marca el punto de partida antes de la fase de desarrollo. Esto se debe a que tiene la capacidad de mostrar las principales funcionalidades que tendrá el producto final. Estas funcionalidades se establecen en base a los requerimientos planteados por los usuarios y sirven como punto de partida para discusiones y procesos de mejora. Esto permite obtener la versión final que será utilizada en la etapa de desarrollo del software, en el caso de la Herramienta Tecnológica.

Dentro de las metodologías contemporáneas para el desarrollo de software, destacan las denominadas metodologías ágiles. Estas, que abarcan el diseño gráfico y el diseño de software, permiten adaptarse a las cambiantes necesidades del entorno productivo y aprovechar las potencialidades que brinda la Internet, la computación en la nube y la distribución, facilitando desarrollos escalables. Por este motivo, para este proyecto, hemos decidido emplear la metodología Design Thinking para el diseño gráfico y Scrum con adaptaciones para el diseño de software. Durante las fases de empatía, definición, ideación, prototipado, pruebas e implementación, utilizando herramientas de trabajo de campo con once (11) estudiantes y dos (2) docentes, entrevistas abiertas mediante el método Delphi con quince (15) expertos, identificación de elementos teóricos de los Resultados de Aprendizaje (RA) y su evaluación, así como la identificación de las necesidades y expectativas de los socios de valor o usuarios de la herramienta, se desarrolló un prototipo exploratorio a

nivel de wireframe y mockup. Este prototipo se utilizó como punto de partida para el diseño de software de la herramienta tecnológica.

Considerando la fase de prejuego en el diseño de software, se elaboraron los artefactos del Product Backlog y Sprint Backlog. Durante la fase de juego, conocida como sprint cero, se diseñó la arquitectura de tres capas: una primera capa a nivel de interfaz de usuario; una segunda, llamada capa lógica, basada en la arquitectura orientada a servicios; y una última, denominada capa de base de datos. Asimismo, se diseñó la base de datos relacional a nivel OLTP y el modelo de bodega de datos a nivel de OLAP.

Con el fin de realizar una primera validación del prototipo exploratorio de herramienta tecnológica, se aplicó un cuestionario de afirmaciones a los quince expertos, que consistió en diez preguntas relacionadas con el cumplimiento de las necesidades de los usuarios para los procesos de seguimiento, evaluación y procesos de analítica de los RA, y siete afirmaciones relacionadas con la satisfacción de los usuarios con el uso de la misma.

El objetivo general establecido para este libro fue diseñar el prototipo gráfico y de software de una Herramienta Tecnológica exploratoria para el seguimiento, evaluación y análisis de los Resultados de Aprendizaje. Este diseño se basó en el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales. Además, como objetivos específicos, se plantearon realizar los diseños gráficos del prototipo y del software de la Herramienta Tecnológica, así como validar el diseño gráfico del prototipo.

El trabajo se estructura en diez capítulos, organizados de la siguiente manera:

1. Planteamiento del problema de investigación (capítulo I).
2. Antecedentes relacionados con las herramientas tecnológicas, diseño de prototipos y analítica en la educación superior (capítulo II).
3. Objetivos del proyecto (capítulo III).
4. Referente contextual (capítulo IV).
5. Recorrido teórico sobre los Resultados de Aprendizaje (RA), la evaluación de los RA, la educación superior, el tema de Big Data (BD) y la analítica en la educación superior (capítulo V).
6. Desarrollo metodológico (capítulo VI).
7. Resultados detallados del ejercicio (capítulo VII).
8. Registro de los impactos (capítulo VIII).
9. Conclusiones (capítulo IX).
10. Recomendaciones del proyecto.



1. Iniciando la búsqueda

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA

Es urgente la necesidad de un cambio paradigmático en el papel de la universidad, pasando de ser simplemente un espacio tradicional para la educación postsecundaria a una institución más activamente vinculada con el mundo productivo. Las universidades son vistas como las responsables de proporcionar un recurso humano altamente calificado y capacitado, capaz de generar valor agregado en la estructura productiva, ya sea en el sector formal o en el sector no formal de los sistemas económicos.

No obstante, la resistencia de las Instituciones de Educación Superior (IES) y su reacción lenta ante las demandas y potencialidades de sus entornos han llevado a la necesidad urgente de replantear las visiones tradicionales. Se busca transformarlas en espacios tanto físicos como sociales, donde el aprendizaje se concibe y gestiona como un proceso continuo, no terminal.

Esta idea implica que las IES se reinventen y reconozcan la importancia de los aprendizajes informativos, formativos y transformadores que deben demostrar sus egresados de manera constante. Esto es especialmente crucial en la actualidad, dada la proyección de cambios estructurales en los modos y formas del mundo productivo, inmersos en la quinta revolución industrial o la revolución de los datos. De esta manera, las instituciones pueden integrarse con éxito a las nuevas realidades del mercado laboral y mantener su relevancia frente a los rápidos cambios tecnológicos y productivos.

Para el caso específico de las IES de Colombia, estos procesos de ajuste que deben realizar las instituciones han venido siendo promovidos y apoyados a través de las actualizaciones normativas sobre la materia expedidas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Estas normativas se vuelven obligatorias para el cumplimiento de determinados lineamientos que permitirán que las IES puedan gestionar y evidenciar sus procesos de calidad y alta calidad desde sus estructuras curriculares, principalmente apoyadas en sus estructuras administrativas

y de gobierno institucional, lo cual lleva a transformaciones internas que logren que respondan a las demandas del sector productivo y de la sociedad en general.

Uno de los elementos estratégicos de estas transformaciones que deben abordar las IES lo constituyen los Resultados de Aprendizaje (RA), establecidos en el Decreto 1330 de 2019 del MEN. En los considerandos 22 y 23, se dice lo siguiente:

[...] Los resultados de aprendizaje son concebidos como las declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre en el momento de completar su programa académico [...]. Dichas declaraciones deberán ser coherentes con las necesidades de formación integral y con las dinámicas propias de la formación a lo largo de la vida necesarias para un ejercicio profesional y ciudadano responsable. (MEN, 2019, Considerandos 22 y 23).

Por lo tanto, se espera que los resultados de aprendizaje estén alineados con el perfil de egreso planteado por la institución y por el programa específico, constituyéndose los RA en oportunidades y retos para lograr procesos flexibles y oportunos de formación, de acuerdo a las situaciones cambiantes del nuevo mundo del trabajo.

Los RA se convierten por tanto en elementos comunicativos para los diferentes miembros de la comunidad académica, principalmente al nivel de los docentes, estudiantes, administrativos, directivos y el sector productivo de las IES, así como también elementos curriculares estratégicos para articular los procesos de planeación, ejecución y evaluación de los procesos macro, meso y micro curriculares.

Por otro lado, los Resultados de Aprendizaje (RA) de los procesos de educación superior formal en diversos campos disciplinares y niveles de formación deben estar plenamente alineados con los RA establecidos en el Catálogo Nacional de Cualificaciones (CNC), como parte del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC). Este último fue recientemente aprobado por el Gobierno Nacional mediante la Ley 1955 de 2019, que ratifica el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, en particular el artículo 194 de dicha ley.

Un gran número de Instituciones de Educación Superior (IES) ya han avanzado en la formulación e implementación de los Resultados de Aprendizaje (RA). Sin embargo, muchas están aún en la fase de exploración de los mecanismos de evaluación de los RA, mientras que otras se encuentran diseñando modelos o llevando a cabo pruebas piloto en la evaluación de los RA a nivel de asignaturas, áreas o programas. De hecho, este tema aún se encuentra en proceso de exploración en las diferentes IES.

Ahora bien, es imperativo que las IES consideren cómo llevar a cabo los procesos de sistematización de estos datos y cómo utilizar la información captada. Hay varios factores a tener en cuenta:

- La cantidad y naturaleza de los datos (estructurados, semiestructurados, no estructurados) que se producen en los procesos evaluativos de los RA, de acuerdo con la malla curricular de cada uno de los programas académicos que ofrece la IES. Cada módulo o asignatura debe permitir el cumplimiento de su correspondiente RA y debe ser evaluado en cada uno de los estudiantes que conforman el grupo.
- La información y el conocimiento que estos datos deben proporcionar al docente, al estudiante y a los directivos, principalmente. Es esencial que tengan acceso a los resultados para tomar decisiones que permitan alcanzar los RA deseados.
- La información se comunicará al sector productivo y a la sociedad en general.

Estas condiciones de volumen y variedad de datos generados en los procesos evaluativos de los RA plantean desafíos a las IES para establecer estrategias que les permitan manejar y aprovechar esta información, la cual se produce desde los procesos académicos y es de gran interés para el entorno laboral de los actuales y futuros egresados.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dada la novedad de los procesos de evaluación de los RA en la educación superior, el volumen y variedad de datos que los mismos producen, el presente estudio plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál herramienta tecnológica a nivel de prototipo exploratorio permite a la comunidad académica realizar los procesos de seguimiento, evaluación y analítica de los RA?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La vinculación estrecha que siempre ha existido entre el mundo laboral y el mundo educativo ha hecho que necesariamente los desarrollos de ambos estén ligados, siendo el mundo laboral el que ha jalonado los grandes cambios en el entorno educativo. Es así como las diferentes revoluciones industriales, y más específicamente desde la Segunda Revolución Industrial, la educación ha estado ligada a ella. Cabe destacar cómo la invención de la imprenta logró un proceso de difusión amplia del conocimiento, y fue posteriormente la Tercera Revolución, con el

computador y la Internet, los que llevaron a aumentar las posibilidades de que más personas pudieran acceder a la educación en general y, de manera particular, a la educación superior.

En pleno desarrollo de la Cuarta Revolución, el acelerado cambio en el mundo laboral, producto de los nuevos requerimientos del sector productivo, están generando ajustes profundos en el sistema educativo. Para el caso específico de la educación superior, las empresas están exigiendo una demostración real de que los egresados responden a las necesidades demandadas por el nuevo entorno, y de esta manera disminuir el tiempo de adaptación a los trabajos, en la medida en que se cuenta con mayor seguridad de que se está contratando el capital humano con habilidades y destrezas requeridas para el ejercicio del cargo.

El mecanismo que desde hace aproximadamente veinticinco años se ha estado adoptando por las IES, principalmente en Europa y Estados Unidos para lograr proveer profesionales a las empresas, ha sido la formulación e implementación de los RA como parte integral de las propuestas curriculares de los diferentes programas de educación superior.

Por otro lado, los espacios y metodologías de enseñanza y aprendizaje se han venido transformando y diversificando, producto también del desarrollo acelerado de las denominadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las cuales han desplazado la universidad en su concepción tradicional de la formación presencial, para dar lugar al surgimiento de la educación *e-learning* (aprendizaje virtual). Este cambio plantea un proceso más autónomo por parte del estudiante, situación que ha llevado a plantear estrategias meta-cognitivas que apoyan la autorregulación de los procesos educativos.

Es así como las exigencias externas al sistema educativo, como los cambios internos que ha sufrido el mismo, han llevado a que sean los RA el núcleo de comunicación entre la institución, los estudiantes, los docentes y el sector productivo.

Para que este núcleo funcione adecuadamente, es necesario realizar procesos de evaluación que permitan generar retroalimentación, revisión, ajuste y/o modificación, y, por tanto, que la información y comunicación que se genere dentro del sistema educativo sea asertiva, veraz, oportuna y pertinente.

La abundancia y diversidad de datos generados en los procesos de evaluación de los Resultados de Aprendizaje (RA) a menudo no se sistematizan ni analizan en toda su amplitud. Esto conlleva el riesgo de que no proporcionen la información necesaria a los participantes del proceso educativo y a las instituciones, dificultando la toma de

decisiones respecto a los cambios necesarios. Por ende, es crucial mejorar la sistematización y el análisis de estos datos para garantizar respuestas más oportunas y una comunicación más efectiva con los colaboradores clave.

Para el caso específico del sistema educativo superior nacional, la novedad en la formalización de los procesos de RA y sus procesos evaluativos se convierte en una posibilidad y una oportunidad para el diseño de prototipos de herramientas tecnológicas que permitan contar con una propuesta innovadora para realizar el proceso evaluativo. Los procesos de sistematización de los datos generados, así como los procesos de analítica de datos para el sector, le permitirán a los actores educativos tomar decisiones en el proceso y después de él.

2. Antecedentes

Los antecedentes se abordan en tres grandes ejes temáticos: Las herramientas tecnológicas, su diseño y los procesos de analítica, enmarcados en los parámetros de la educación y la formación.

2.1 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Existen trabajos sobre el uso de herramientas tecnológicas para el desarrollo de los procesos educativos a nivel superior, apoyando sustancialmente en los procesos de educación e-learning. Dentro de estos trabajos se encuentran:

Sung & Mayer (2012): Los autores consideran que las características de diseño de las interfaces que mejoran la navegación tiene un efecto positivo en las calificaciones del alumno sobre la usabilidad del sistema de e-learning, siendo los factores más importantes la satisfacción de uso y la facilidad de uso.

Díaz & Svetlichich (2017): Realizan una revisión de las herramientas tecnológicas para la educación superior del momento; establecen sus proyecciones a corto y mediano plazo. Dentro de los principales resultados están:

- A.** Para 2016, herramientas como las aplicaciones móviles (APP), computación en la nube, el aprendizaje en línea, el contenido abierto, entornos colaborativos y redes sociales.
- B.** Para el corto plazo, las tabletas, el aprendizaje basado en juegos (gamificación), entornos virtuales de aprendizaje, la geolocalización, analítica del aprendizaje, el aprendizaje móvil, el aprendizaje personalizado y la realidad aumentada.
- C.** Para el mediano plazo, el aprendizaje automático, impresión 3D, Internet de las cosas, las aplicaciones semánticas, los cursos masivos abiertos en línea, los laboratorios virtuales y remotos.
- D.** Pasados seis años de este estudio, se puede evidenciar cómo las herramientas que se identificaron, en los diferentes momentos del tiempo, se han venido fortaleciendo, diversificando e intensificado de manera diferenciada, según el área, nivel y metodología de formación o capacitación. De igual manera se destaca cómo las mismas presentan un gran potencial de desarrollo. Frente al tema del uso de

las herramientas tecnológicas para el apoyo a la realización de los procesos evaluativos, y de acuerdo a la definición de cada una de ellas, dadas por los autores, se considera que las herramientas tecnológicas de la analítica del aprendizaje permiten apoyar sustancialmente el logro y la evaluación de los RA.

Molinero & Chavez (2019): Realizan un estudio en 224 estudiantes de diferentes semestres de la Universidad Queretano (México), principalmente del programa de química. Usando un modelo de investigación cuantitativa con diseño metodológico no experimental, establecen cuatro variables: Herramientas estudiantiles, herramientas para uso personal, herramientas para correo y navegadores y, por último, herramientas para juego. Concluyen principalmente que las aplicaciones y redes sociales más utilizadas en el proceso educativo (y a nivel personal) son: Facebook, YouTube, Drive, Instagram y WhatsApp. Frente al tema de las plataformas, la más utilizada es el campus virtual de la universidad, seguida de Canvas y Socrative. Se resalta que, aunque las videoconferencias no son muy utilizadas, cuando se hace uso de ellas es Skype la preferida. En lo que respecta a los navegadores, Google Chrome sigue siendo el preferido, y el paquete de Office continúa siendo el más utilizado. Resulta sorprendente para los autores observar cómo diversas aplicaciones están brindando apoyo emocional a los estudiantes en sus experiencias educativas y personales.

2.2 DISEÑO DE PROTOTIPOS DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN EN EL ÁREA EDUCATIVA

La investigación en torno al diseño de prototipos es abundante en diversas disciplinas, especialmente en el ámbito educativo y, más específicamente, en el e-learning. Se han propuesto numerosas ideas relacionadas con la gamificación, realidad aumentada, sistemas recomendadores, web semántica, podcasts, aplicaciones con inteligencia artificial, plataformas web y propuestas específicas para el desarrollo de procesos de aprendizaje en áreas particulares, entre otros temas. Sin embargo, los estudios sobre el diseño de prototipos para procesos de evaluación son escasos, y hay una falta de oferta en cuanto a propuestas para la evaluación de los Resultados de Aprendizaje (RA). En este contexto, se hace referencia a un estudio sobre el diseño de un prototipo de evaluación institucional con fines de acreditación, el cual puede servir como punto de referencia.

Elizalde (2019): En su trabajo de grado para optar al título de Ingeniería de Sistemas Computacionales, el autor propone, a partir del desarrollo de un modelo de prototipado, la evaluación con fines de acreditación de la Universidad de Guayaquil, usando como base los lineamientos

establecidos por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), el cual presenta 44 indicadores. El modelo de diseño de prototipo utilizado consta de siete etapas: Comunicación, Plan rápido, Modelo de diseño rápido, construcción del prototipo, Desarrollo, entrega y retroalimentación. El prototipo está diseñado para facilitar la evaluación de cada uno de los indicadores, junto con sus respectivos criterios, ya sean cualitativos o cuantitativos. Esto, a su vez, posibilita la valoración de los seis factores de acreditación, que incluyen organización, academia, investigación y vinculación con la sociedad, recursos e infraestructura y estudiantes.

2.3 ANALÍTICA EN EL ÁREA EDUCATIVA

La analítica de datos presenta una combinación interesante entre los procesos de gestión de información, el uso de las estadísticas y de las técnicas de minería de datos o machine learning para la optimización de los datos bien sea a nivel de Big Data DB o Small Data SD.

En la educación, el uso de la analítica de datos es relativamente reciente. A nivel internacional se han realizado investigaciones que han permitido ir definiendo campos de acción con finalidades específicas en la analítica educativa. Sin embargo, en el caso del uso de la analítica para la evaluación de los RA, son muy pocos los estudios encontrados. Existen algunas investigaciones para las áreas de la analítica del aprendizaje, la analítica visual y la analítica académica, en los cuales se han realizado algunas aproximaciones en la evaluación de los RA desde el desarrollo del *e-learning*.

2.3.1 ANALÍTICA DEL APRENDIZAJE

Tiene por finalidad generar información útil para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Su utilización ha sido más común en los procesos de *e-learning*, para lo cual se han analizado las interacciones que se producen en la plataforma, principalmente en los contenidos de dichas interacciones. Partiendo del principio de que cumplir con los Resultados de Aprendizaje (RA) implica un buen rendimiento académico, y que mejorar dicho rendimiento implica la evaluación de los RA (pues solo podemos mejorar aquello que hemos evaluado), a continuación se analizan algunos estudios realizados sobre esta temática.

Imhof et al. (2013) realizaron un análisis sobre cómo mejorar los Resultados de Aprendizaje (RA) relacionados con los patrones de locomoción. En su estudio, exploraron diversas estrategias de

visualización estática, como la reproducción del movimiento de los peces, combinadas con apoyos gráficos, como flechas que facilitan la comprensión de los diferentes movimientos. Utilizando técnicas de análisis de movimientos oculares, llegaron a la conclusión de que es preferible no combinar estrategias, ya que estas podrían desviar la atención del estudiante. Recomiendan concentrar los esfuerzos en el desarrollo de una única estrategia y sugieren la realización de futuras investigaciones en este ámbito.

Por otro lado, Micarelli et al. (2016) investigaron el impacto del control compartido sobre la selección de problemas en un Sistema Tutor Inteligente (STI), en comparación con el control total del sistema sobre dicha selección. Descubrieron que el control compartido, acompañado de características que promueven la orientación hacia el dominio, resulta en una mejora significativa en los resultados de aprendizaje a nivel de dominio.

Putro et al. (2018) exploraron la necesidad de la tecnología inteligente en entornos de aprendizaje, basándose en tres principios funcionales: la formación de grupos para el aprendizaje colaborativo, los procesos de aprendizaje individual o colaborativo, y la medición de los Resultados de Aprendizaje (RA). El autor se enfoca en el desafío de formar grupos óptimos, buscando mejorar la distribución de los estudiantes en los equipos, la eficiencia en la formación de grupos, el rendimiento grupal y la productividad en el proceso de aprendizaje. Estos aspectos son críticos para alcanzar mejores RA.

Yomeldi et al. (2019) llevaron a cabo una revisión de la literatura en la que exploraron cómo las tecnologías emergentes e integradas, utilizadas en los juegos serios móviles, tienen como objetivo mejorar los resultados del aprendizaje. Identificaron tres aspectos clave: el compromiso (de gran importancia), la motivación y la transferencia de conocimiento, que dinamizan y mejoran el logro de los resultados de aprendizaje.

Scheiter et al. (2020) se basaron en investigaciones previas realizadas en 2013 para revisar las estrategias de representación de movimientos no humanos, conocidas como enactment. En su estudio, evaluaron el impacto de visualizaciones dinámicas (videos) y estáticas (fotografías) sobre los movimientos de los peces, en relación con los Resultados de Aprendizaje (RA) vinculados a los patrones de locomoción. Descubrieron que estas estrategias pueden tener un efecto parcial en el aprendizaje de tareas de dificultad media.

A partir de 2018, se ha venido desarrollando el proyecto *Learning Analytic* para Latinoamérica (LALA), el cual busca transmitir conocimientos de Europa a América para que sean apropiados de una manera práctica,

con el propósito de mejorar eficazmente el sistema educativo a través del enfoque basado en datos (Bermudez, 2021, p. 6).

Para el caso colombiano, se encontró un estudio realizado por Wilches y Grisales-Palacio (2019), en el cual se logra identificar la producción en *Learning Analytic*, destacando cómo, a partir de 2011 y hasta 2018, se han desarrollado cuarenta trabajos, con un pico en la producción en 2015 (11) y 2017 (13), siendo la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Universidad del Valle quienes más documentos han publicado.

Como parte del análisis cualitativo, se han identificado los elementos clave para el análisis, los tipos de datos, los métodos de análisis y el objeto de estudio, como se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro 1

Principales Tendencias de la Analítica del Aprendizaje en Colombia

¿Sobre quién va dirigido el análisis?	¿Qué tipo de datos recopila, administra y utiliza el sistema para el análisis?	¿Cómo realiza el sistema el análisis de los datos recogidos?	¿Por qué el sistema analiza los datos recogidos?
Estudiantes	Sistema Información estudiantil	Estadística desc.	Monitoreo y análisis
Docente	LMS	Visualizaciones	Reflexión
Programas Curriculares	Software pedagógico a la medida	Ontologías	Predicción
		Minería de Datos	Recomendación
		Análisis de redes sociales	
		Aprendizaje de Máquina	

Tomado de: Wilches & Grisales-Palacio, 2019, p.9.

2.3.2 ANALÍTICA VISUAL

La Analítica Visual representa una poderosa herramienta en el ámbito de la interpretación y comprensión de datos complejos. A través de la combinación de técnicas visuales y análisis de datos, permite explorar, entender y comunicar patrones, tendencias y relaciones ocultas en conjuntos de datos diversos. En este apartado explicaremos cómo la Analítica Visual se ha convertido en un recurso invaluable en diversos campos, desde la investigación científica hasta la toma de decisiones empresariales, y cómo su aplicación ha transformado la forma en que abordamos la información en la era digital.

Gómez-Aguilar y Salamanca (2014): A través del modelo analítico visual en e-learning VeLA “[...] combina métodos de analíticas automáticas, así como visuales exploratorias, que con una alta interacción disponible para el usuario adoptan la finalidad de obtener nuevo conocimiento de los datos educativos” (p. 238). Desarrolla un software que permite, a través del análisis de los registros en la plataforma, generar cuatro visualizaciones:

- A.** Nivel de líneas de tiempo en espiral, por medio de la cual se analiza el uso de la plataforma en el tiempo.
- B.** Representación de nubes de palabras, en las que se visualizan los contenidos y la esencia de los temas tratados.
- C.** Análisis de redes sociales, en las que puede visualizar la periodicidad de las relaciones que se establecen entre estudiantes y docentes.
- D.** Coordenadas paralelas, a través de las cuales se revisa la información de los estudiantes relacionados con el uso de la plataforma y su información de promedio de notas.

Peña y Bravo (2019) llevaron a cabo una investigación que empleó el diseño de visualizaciones dinámicas y el uso de coordenadas paralelas para abordar el seguimiento de variables multidimensionales a lo largo del tiempo. Se centraron principalmente en analizar la trayectoria académica de los estudiantes desde su ingreso hasta su egreso en 2013, explorando las tendencias de deserción escolar y las variaciones en el rendimiento académico de 1975 estudiantes de la Universidad de Cuenca. Estos gráficos permiten la aplicación de filtros de visualización por facultades, carreras, estudiantes e intervalos de puntaje. En palabras de los autores, “El objetivo de esta técnica consiste en explorar y comprender conjuntos de datos complejos de alta dimensión, el cual es un problema importante y desafiante” (p. 4).

La base de datos se construyó a partir de la recolección de 97,303 registros de notas finales de los 1,975 estudiantes en todas las asignaturas cursadas dentro del plan de estudios. Esto implicó el cálculo del promedio de notas de cada estudiante por período. Los datos recolectados de los estudiantes incluyeron información sobre la facultad, carrera, nota final, estado de aprobación y período académico. En el gráfico de coordenadas paralelas, se ubicaron las variables categóricas en los extremos de los ejes: las cuarenta y ocho carreras profesionales en el lado izquierdo y las once facultades en el lado derecho. Los demás ejes representan variables continuas relacionadas con las notas.

2.3.3 ANALÍTICA ACADÉMICA

La Analítica Académica en una institución de educación superior se refiere al proceso de recopilación, análisis y aplicación de datos para mejorar la calidad y eficacia de la enseñanza y el aprendizaje. Este enfoque implica utilizar datos relacionados con el rendimiento estudiantil, la participación en clases, el éxito académico y otros indicadores clave para identificar patrones, tendencias y áreas de mejora. Al analizar estos datos, la institución puede tomar decisiones informadas para optimizar sus programas académicos, apoyar a los estudiantes en riesgo y mejorar la experiencia educativa en general. La Analítica Académica permite a las instituciones de educación superior adaptarse de manera proactiva a las necesidades de los estudiantes y promover el éxito académico y la retención estudiantil.

Santos et al. (2019): A partir de sus estudios a nivel de doctorado, propone la siguiente hipótesis de trabajo:

La analítica académica consiste en la aplicación de tecnologías emergentes en las instituciones educativas, para que, a partir de la captura de datos generados tanto por los LMS como por otros sistemas informáticos de la institución, el procesamiento de esos datos, el desarrollo de modelos explicativos y predictivos, puedan tomar decisiones de acuerdo con sus propios desafíos y objetivos. (p. 3)

Presenta un esbozo metodológico de una investigación tipo cualitativo, en el que se abordan cuatro fases: revisión sistémica de literatura SRL, validación (a través de la aplicación de semiestructuradas), la definición y diseño del modelo y, finalmente, las conclusiones.

3. Objetivos

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el diseño gráfico y el diseño de software de prototipo de Herramienta Tecnológica para el seguimiento, evaluación y procesos de analítica de los RA, basados en el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño gráfico de prototipo de Herramienta Tecnológica para el seguimiento, evaluación y procesos de analítica de los Resultados de Aprendizaje, basados en el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales.
- Realizar el diseño de software de prototipo de Herramienta Tecnológica para el seguimiento, evaluación y procesos de analítica de los Resultados de Aprendizaje, basados en el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales.
- Validar el diseño gráfico de prototipo de Herramienta Tecnológica para la el seguimiento, evaluación y procesos de analítica de los Resultados de Aprendizaje basados en el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales.

4. Referente contextual

El modelo de evaluación de RA que se utilizará será el desarrollado por la Universidad de Manizales, a través de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, modelo que está soportado en la teoría de Niklas Luhmann.

4.1. TEORÍA SOCIOLOGICA DE NIKLAS LUHMANN

Dentro de la teoría sociológica planteada por el autor, es fundamental la definición de sistema. Luhmann lo entiende como «un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, cuya unidad viene dada por la interacción de dichos elementos y cuyas propiedades son siempre distintas a las de la suma de propiedades de los elementos del conjunto» (Luhmann, 1996, citado por Delgado de Smith, 2006, p. 138).

Luhmann distingue cuatro sistemas básicos:

1. Las máquinas son sistemas cerrados que operan con base en leyes físicas y químicas.
2. El sistema orgánico: es un sistema abierto que se caracteriza por la autoorganización, la reproducción y la adaptación al medio ambiente.
3. El sistema psíquico: es un sistema abierto que se caracteriza por la conciencia, la percepción y la acción intencional.
4. El sistema social: es un sistema abierto que se caracteriza por la comunicación, la interacción y la construcción de sentido.

Establece la información como el puente entre el sistema psíquico (conciencia) y el sistema social, para lo cual es el sentido el que permite que el sistema psíquico genere la información, principalmente por medio del lenguaje, hacia el sistema social, dado el contenido semántico a que dan lugar las palabras.

Es de resaltar que el sentido es el generador de la diferenciación entre el sistema y el entorno, y existe en tres dimensiones: la dimensión objetiva (este-otro), la dimensión temporal (pasado-futuro) y la dimensión social (alter-ego).

De acuerdo a Luhmann, cada sistema produce clausura operativa (lo que permite que cada sistema sea un sistema cerrado) y autorreferencial (prepara su propia actualización). Sin embargo, se crean irritaciones, producidas por otros sistemas, lo que permite la realización de operaciones que generan cambios internos y permiten que el sistema

nuevamente se establezca y se reproduzca. Esta condición se denomina autopoiesis.

Frente a los sistemas sociales, Luhmann proyecta la existencia de sociedades funcionalmente diferenciadas, encontrándose entre ellas la educación como un sistema parcial de la sociedad.

Un referente muy importante para Luhmann es la teoría de Humberto Maturana (1990), quien considera las emociones como un elemento de sentido en la idea de sistema social (p. 144). De igual manera, determina una relación lineal y en doble vía entre el lenguaje y las emociones, «de manera que nuestro lenguaje modula nuestra capacidad de emocionarnos y nuestra capacidad de emocionarnos modula nuestro lenguaje» (p. 144).

4.2. MODELO DE EVALUACIÓN DE LOS RA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE MANIZALES

El modelo desarrollado por la universidad de Manizales se resume de la siguiente manera:

Principio: Se deben recordar los tres elementos que componen un resultado de aprendizaje:

- El primer elemento: el verbo que significa la acción.
- El segundo elemento: el conocimiento o el saber, que se utilizan para poder ejecutar ese verbo.
- El tercer elemento: El contexto.

Con base en esto, se debe seguir el siguiente flujo procedimental para evaluar el resultado de aprendizaje.

El profesor debe evaluar si el estudiante le queda claro el sentido del resultado de aprendizaje.

Para tener claro el sentido, se propone que el estudiante esté en la capacidad de responder dos preguntas:

EL PROFESOR DEBE PREGUNTAR AL ESTUDIANTE

- ¿Ha recibido información sobre el resultado de aprendizaje?
- ¿Cuál es el resultado de aprendizaje?
- ¿Para qué sirve el resultado de aprendizaje?
- ¿Ha experimentado algo diferente a lo esperado en la comunicación con el profesor?

- ¿para qué sirve ese resultado de aprendizaje en su vida profesional?

Posteriormente, el profesor y estudiante relacionarán el sentido del RA con los procesos, tanto curriculares como conceptuales, que el estudiante debe tener.

De nuevo, el profesor debe indagar si el estudiante ha encontrado una relación con un pre-saber o un uso que no esperaba.

En el siguiente paso, el profesor debe enfocarse en si el estudiante está avanzando a la siguiente etapa. El estudiante debe estar en capacidad de usar el sentido del resultado de aprendizaje propuesto; en otras palabras, debe dar cuenta de que está en capacidad de conocer cómo los métodos y las metodologías se utilizan para el sentido del resultado de aprendizaje propuesto.

Cuando se habla del sentido, el profesor debe estar observando las tres dimensiones de este como son: la real, la social y la temporal.

El docente debe poner especial énfasis en si el estudiante está generando emoción y conciencia. Esto permite entender en qué momento el estudiante ya está en capacidad de usar el conocimiento que se le está proponiendo, para lo cual se verifica si en esta etapa ha recibido algo diferente a lo esperado.

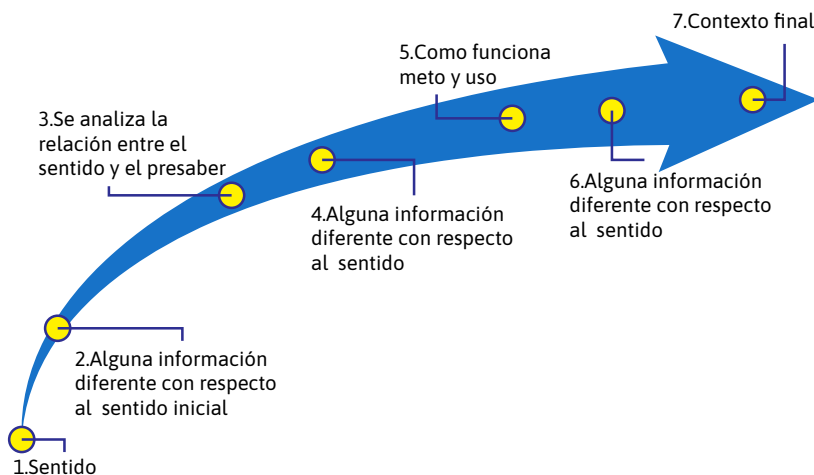
En la siguiente etapa, se verifica si el estudiante es capaz de usar ese conocimiento en el contexto propuesto por el resultado de aprendizaje. Esta etapa evidencia la acción, la emoción y la capacidad del estudiante para ejecutar el verbo del resultado en el contexto dado. De esta manera, se transforma el conocimiento en acción y se cierra el ciclo de aprendizaje desde el punto de vista curricular.

Es importante recordar que estos aprendizajes deben ser utilizados y recordados durante el transcurso del plan de vida académico del estudiante.

Gráficamente, el modelo puede visualizarse así:

Ilustración 1

Modelo de Evaluación de los RA de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales



Fue facilitada por el Investigador NÉSTOR CASTAÑO. Decano de la Facultad de Ingeniería de la U de Manizales.

Tomado de: Facultad de Ciencias e Ingeniería Universidad de Manizales.

La esencia del mismo se centra sobre el papel protagónico que ejerce el docente en el desarrollo y la apropiación de los RA por parte de los estudiantes, en la medida en que en cada uno de los momentos el docente debe asegurarse de que el estudiante está aprendiendo lo que el RA está comunicando.

5. Referente teórico

5.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)

Los Resultados de Aprendizaje (RA), como ejes articuladores de los procesos del plan, desarrollo curricular y micro curricular, y los procesos de evaluación que demandan las acciones de formación, requieren de definiciones claras que permitan entender su alcance, las relaciones con los elementos que los preceden y con aquellos que evidencian su grado de cumplimiento.

5.1.1 DEFINICIONES DE RA

Según los lineamientos para la acreditación de programas académicos en Colombia, los resultados de aprendizaje (RA) no son solo “un producto susceptible de ser medido, sino un medio para valorar la totalidad del proceso” (Consejo Nacional de Educación Superior, 2020, p. 43). Esta definición contempla dos palabras clave: producto y medio. Ambas dejan claro la necesidad de que los RA sean tangibles, reales y que sirvan como mecanismos facilitadores. De igual manera, establece un verbo estratégico cómo “medir”. implicando la obligación de cuantificar y controlar su cumplimiento y, por ende, su capacidad de mejora continua. Se destaca la connotación de valoración, lo que puede dar lugar a apreciaciones subjetivas que deben ser emitidas con base en directrices concertadas y socializadas, tanto con los actores internos como con los externos, es decir, con toda la comunidad académica (egresados, estudiantes, docentes, administrativos, directivos y sector productivo).

Ballesteros (2020) los define como «[...] declaraciones directas que describen el conocimiento o las habilidades que los estudiantes deben adquirir al final de una experiencia de aprendizaje y ayudan (tanto a estudiantes como a profesores) a entender por qué ese conocimiento y esas habilidades serán útiles para su desarrollo profesional» (p. 2). En esta definición, queda claro que los RA versan sobre aspectos cognitivos y prácticos que permiten al egresado desempeñarse adecuadamente en el entorno laboral. Esta deducción parte de la premisa de que algo útil es aquello que presta los servicios para lo cual fue diseñado y ayuda a resolver las situaciones en las cuales se requiere su utilización. Se destaca también cómo los mismos RA son producto de procesos personales frente a las vivencias de adquisición de saberes y destrezas.

Dentro de las definiciones existentes sobre los RA, es muy importante considerar la establecida en el marco europeo y nacional de cualificaciones (Londoño et al., 2020). Estos autores señalan que los RA tienen como finalidad última “fomentar procesos de aprendizaje permanente para la creación de la sociedad del conocimiento” (p. 10). Este objetivo es supremamente importante en la medida en que establece el papel estratégico de los RA en las nuevas realidades sociales y económicas, así como el reconocimiento del cambio acelerado y rápido del conocimiento que exige dinámicas de aprendizaje en constante movimiento y reformulación para responder de manera adecuada a esta nueva sociedad.

Tomando las palabras claves resaltadas en las definiciones aquí consignadas, se concluye que los RA son productos que describen los conocimientos o habilidades que deben ser medidos y validados para demostrar su utilidad en el desarrollo profesional que exige la nueva sociedad del conocimiento, y son a su vez medio y fin de los procesos de aprendizaje.

Sin embargo, para tener mayor claridad frente a la definición de los RA y dada su estrecha relación con los procesos de planeación curricular, es necesario diferenciarlos de los conceptos *objetivos de aprendizaje* y *competencias profesionales*, entendiendo los primeros como las intencionalidades de lo que se espera que el estudiante aprenda cognitivamente, y los segundos como «[...] atribuciones o incumbencias ligadas a la figura profesional (tareas y funciones) que engloban el conjunto de realizaciones, resultados, líneas de actuación y consecuciones que se demandan del titular de una profesión u ocupación determinada» (Gómez, 2015, p. 1). Por tanto, existe una línea de diferenciación muy fina entre RA, competencias y objetivos, estando los tres conceptos íntimamente ligados. Es así como un conjunto de RA puede permitir el cumplimiento de las competencias y, al tener clara las intencionalidades de formación, se definirán de mejor manera los RA, bien sea a nivel macro o micro curricular.

5.1.2 MARCO NORMATIVO COLOMBIANO

El Decreto 1330 de 2019 del MEN, el cual modifica al Decreto 1075 de 2015 (siendo este último el decreto único de la Educación Superior) en lo relacionado con los procesos de registro calificado de los programas de educación superior, incluye dentro de los considerandos la necesidad de integrar los RA como elementos a tener en la cuenta en los procesos de autoevaluación, así como su necesaria alineación a los perfiles de egreso. El decreto establece que «los resultados de aprendizaje son concebidos como las declaraciones expresas de lo que se espera que

un estudiante conozca y demuestre en el momento de completar su programa académico» (p. 4). Así mismo, determina la obligatoriedad de evidenciar los conocimientos adquiridos en el proceso de formación, demostrando al sector productivo y a la sociedad en general lo que efectivamente saben hacer los egresados.

Posteriormente, la Resolución 021795 del 19 de noviembre de 2020 del Ministerio de Educación Nacional (MEN), en su capítulo 3, artículo 12, ítem b, establece de manera más específica la obligatoriedad que tiene cada institución de educación superior (IES) de definir los resultados de aprendizaje (RA), de acuerdo a las particularidades de modalidad y sitio de oferta de los programas. La norma define los RA como “lo que el estudiante sabrá, comprenderá y será capaz de hacer, como resultado integral de su proceso formativo” (MEN, 2020, p. 12). De esta definición se destaca el término de resultado integral, en la medida en que involucra tanto los resultados disciplinares como los resultados de mejoramiento personal que deben promoverse en los educandos.

En este sentido, solo se es buen profesional si se es un ser humano que interactúa, entiende y comprende las realidades personales y contextuales del entorno en el que se desempeña.

Dentro de los elementos que se mencionan en el ítem b que deben promover los RA está el aprendizaje centrado en los estudiantes, así como el aprendizaje permanente y a lo largo de toda la vida. Esto reconoce la condición dinámica y cambiante del conocimiento producto del proceso natural del cambio del contexto.

Con estos lineamientos normativos sobre RA, Colombia busca que la educación superior responda de manera más efectiva a las necesidades del sector productivo y de la sociedad en general, así como adoptar prácticas ya probadas en los contextos educativos del continente europeo y de países como Estados Unidos, quienes tienen una antigüedad de aproximadamente veinte años en los procesos de formulación, implementación, seguimiento y evaluación de los mismos.

5.1.3 MARCO TEÓRICO PARA EL ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE LOS RA

Teniendo en cuenta la teoría de sistemas de Niklas Luhmann (1986), quien distingue cuatro tipos de sistemas: máquinas, organismos, sociales y psíquicos, el presente trabajo se enmarca bajo los sistemas sociales y los sistemas psíquicos por las siguientes razones::

Sobre el sistema social:

- A.** El sistema educativo es un sistema parcial de los sistemas sociales.

- B.** Dentro de los sistemas sociales existen las sociedades funcionalmente diferenciadas, y dentro de ellas se encuentra la educación con una funcionalidad claramente definida.
- C.** La educación es un sistema de comunicación y la comunicación es la operación básica de la sociedad.
- D.** Los RA forman parte del sistema educativo.
- E.** Los RA comunican declaraciones expresas utilizando construcciones semánticas basadas en verbo + conocimiento + contexto.
- F.** La educación, como sistema social, logra un acoplamiento estructural con el sistema psíquico a través del lenguaje, siendo este un medio.

Sobre el sistema psíquico:

- A.** Lo conforman los individuos.
- B.** El sistema psíquico comparte con el sistema social y, por ende, con el sistema educativo el medio del sentido, en sus tres dimensiones: real, temporal y social.
- C.** La operación básica del sistema psíquico es la conciencia.
- D.** La conciencia genera pensamientos y los pensamientos generan comunicación.
- E.** Los RA deben ser demostrados por el estudiante, y promovidos y apoyados por los docentes. Estudiantes y docentes tienen la calidad de ser individuos.

Teniendo en la cuenta estos dos sistemas independientes, pero complementarios, se consideran las siguientes categorías conceptuales para el análisis:

- Pedagogía
- Didáctica
- Currículo
- Aprendizaje
- Cambios en los sistemas psíquicos
- Evaluación

5.1.4 TENDENCIAS TEÓRICAS DE ANÁLISIS DE LOS RA

5.1.4.1 PEDAGOGÍA

La pedagogía hace parte de las denominadas ciencias de la educación, cuyo objetivo principal de análisis es la educación desde los enfoques sociales y culturales. Algunos teóricos consideran la pedagogía específicamente como la ciencia de la educación, porque «la sustancia de la pedagogía no reside en los métodos que emplea, sino más bien en las razones teóricas mediante las cuales encuentra esos métodos, los juzga y los coordina» (Vega, 2018, p. 61), tratando de cerrar las discusiones de la pedagogía como ciencia y como arte.

Siendo la educación el objeto de la pedagogía, es necesario entender el concepto de educación, considerándola como un proceso por medio del cual se transmiten y adquieren conocimientos, actitudes, aptitudes y valores, con objetivos (formación y capacitación), espacios (físicos y virtuales), medios (escritos, hablados, audiovisuales, electrónicos, digitales y últimamente los medios inteligentes) y formas (individual o grupal) que han venido evolucionando de acuerdo a los cambios sociales y culturales que se han ido presentado en su desarrollo histórico.

Los cambios acelerados en los espacios y medios educativos en los últimos veinte años (en los que los entornos de aprendizaje basados en el uso de internet y los medios multimedia son protagonistas) han permitido que los resultados de aprendizaje (RA) impulsen el desarrollo de nuevas teorías y modelos pedagógicos. Estos cambios, junto con el papel de los actores de los procesos educativos (el estudiante, el docente), del conocimiento y de los mecanismos para demostrarle al sector productivo y a la sociedad las nuevas realidades sociales, culturales y económicas (en las que es evidente modificaciones sustanciales al mundo del trabajo), han tenido un impacto significativo en la educación.

Desde sus inicios, el desarrollo de los RA ha estado ligado a los avances de la educación *e-learning*, por lo que los estudios de las tendencias de los RA se circunscriben en estos procesos.

Dentro de estas nuevas propuestas se encuentran la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (CTML por sus siglas en inglés), la Teoría de la Agencia social del Aprendizaje Multimedia, la Teoría Afectiva Cognitiva del Aprendizaje con Medios (ACTML por sus siglas en inglés), el Modelo Afectivo Cognitivo del Aprendizaje Multimedia y el Modelo Cognitivo Afectivo de *E-learning*. Todas las anteriores han sido lideradas por Richard E. Mayer, en las cuales se resalta la importancia de las señales afectivas y otros aspectos sociales en el proceso educativo. Mayer apoya y complementa sus teorías y modelos con base en la Teoría del Valor de Control de la Motivación del Logro, la Teoría de la Ecuación

de los Medios de Comunicación, la Teoría de la Positividad y el Modelo del Afecto Central de Rusell, principalmente.

CTML y ACTML se diferencian entre sí por cuanto en la segunda se adicionan los elementos relacionados con el sistema psíquico y específicamente con la sensibilidad; por tanto, es importante entender el CTML para lo cual se acude a la siguiente definición:

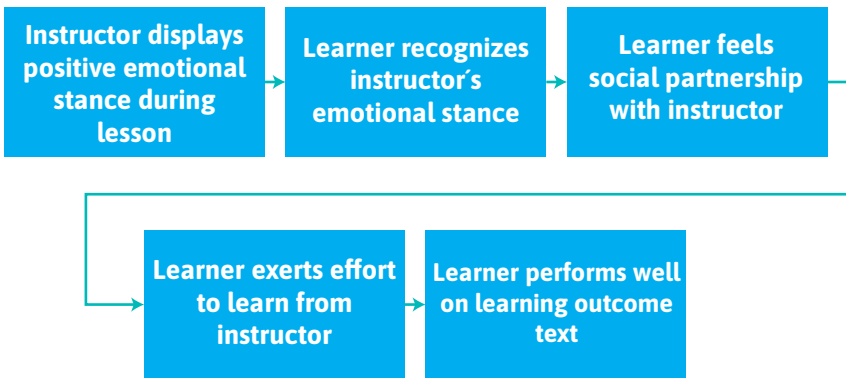
La Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (CTML) se centra en el mensaje instructivo multimedia, en el que la comunicación compuesta por palabras e imágenes pretende fomentar el aprendizaje. En su formulación original, la CTML se centra en dos aspectos cognitivos del aprendizaje: el contenido instructivo (es decir, el material que se presenta) y el método instructivo (es decir, cómo se presenta) (Lawson et al., 2021, p. 136).

Algunos autores han tratado de refutar el principio más importante de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (CTML): el principio multimedia (Schüler et al., 2013). Este principio señala la importancia de presentar los videos acompañados de textos, ya que permite lograr mejores resultados de aprendizaje (RA) (p. 1590). Se han realizado experimentos aplicando el principios de modalidad (se privilegia el texto oral al texto escrito) y el principio redundancia (se privilegia el texto oral al texto oral y escrito), no pudiendo refutar el principio multimedial, pero se estableció que este depende de la naturaleza de lo extenso del texto y de su ritmo. Se halló también que el principio de modalidad y el principio de redundancia no influye en los RA.

El Modelo Cognitivo Afectivo del Aprendizaje E-learning puede considerarse la evolución del CTML y del ACTML. Centra su desarrollo principalmente en la capacidad de los instructores que intervienen en los videos educativos para comunicar las emociones y, a partir de esto, generar cambios en los sistemas psíquicos que apoyarán el cumplimiento de unos mejores RA. El modelo como tal contempla cinco fases.

Ilustración 2

Modelo Cognitivo Afectivo de la Educación E-Learning



Tomado de Horovitz & Mayer, 2021.

5.1.4.2 DIDÁCTICA

Al igual que la pedagogía, la didáctica “forma parte de las Ciencias de la Educación y su objeto de estudio incluye toda la dinámica y la dialéctica del proceso de enseñanza - aprendizaje y a sus protagonistas” (Abreu et al., 2017, p. 81). Esta categoría es una de las más nutridas en términos de investigación de la educación *e-learning* y, por ende, de los RA. Dada la amplitud de su objeto de estudio, se analizan las siguientes subcategorías:

Entornos de

El avance de internet, de las tecnologías digitales (entre ellas las tecnologías 3D, como la realidad virtual, la realidad aumentada, los juegos y la simulación de realidad virtual, las imágenes, los hologramas y la impresión) y de las tecnologías inteligentes ha permitido desplazar los sitios tradicionales de enseñanza para que surjan nuevos espacios. Entre estos nuevos espacios se encuentran los dispositivos móviles (celulares y tabletas) y los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI), según Rodríguez Chávez (2021) define los programas de enseñanza asistida por computadora como “programas que utilizan técnicas de inteligencia artificial para la representación del conocimiento y así proponer/dirigir una enseñanza preparada para comportarse como un experto capaz de realizar un diagnóstico situacional del alumno y, en relación con ello, ofrecer una solución o acción” (p. 1).

Los STI implican procesos de programación complejos. Es necesario realizar una serie de pasos para su construcción, como la selección de la

plataforma gestora de aprendizaje, el diseño del módulo del alumno, el diseño del módulo tutor y el diseño del módulo de dominio, orientados a que el estudiante puede obtener mejores RA, en la medida en que ellos mismos desarrollan la capacidad de pensamiento complejo para la resolución de problemas.

Vincent Alevan ha realizado una serie de estudios que buscan flexibilizar la construcción de los STI. Propone la creación de pseudo tutores, entendidos como «un sistema educativo que emula el comportamiento de un tutor inteligente, pero lo hace sin utilizar código de Inteligencia Artificial IA para producir ese comportamiento» (Koedinger et al., 2004, p. 163), frente al segundo propone la construcción de STI que tengan en cuenta los cambios en los sistemas psíquicos, a través de generar una sensación de mayor libertad en su utilización que llevarán a una mayor motivación y, en consecuencia, a mejores RA. Materiales instructivos:

Son la base fundamental de las teorías CTML, ACTML y del Modelo Cognitivo Afectivo del Aprendizaje E-learning, siendo los videos instruccionales el soporte de este último, apoyándose en los principios del diseño instruccional, el diseño afectivo y el diseño emocional que permiten que las emociones (son cuatro las emociones básicas: feliz, contento, triste y aburrido) y la motivación que transmiten los instructores humanos y los agentes pedagógicos animados (principalmente a través del tono emocional) produzcan cambios psíquicos en los estudiantes. Meyer (citado en Horovitz & Mayer, 2021), a través de sus estudios, concluye que

[...] el estado emocional mostrado por el instructor puede ser detectado por el alumno y afecta su estado emocional y motivacional [...] no encontré que el estado emocional mostrado por el instructor afectara el RA en una prueba inmediata. Por último, el patrón de resultados fue generalmente similar con los instructores humanos y virtuales, aunque los alumnos fueron más capaces de reconocer las emociones de los humanos que la de los agentes en pantalla (p. 7).

Katharina Scheiter (2014) analiza la relación entre los mensajes multimedia y la obtención de mejores resultados de aprendizaje (RA). En su estudio, analiza una amplia gama de mensajes multimedia, incluyendo visualizaciones (estáticas, únicas, múltiples), textos (corto, largo, oral, escrito, espacialidad alta, espacialidad baja, texto oral y escrito, texto escrito y con animación), flechas indicadoras de movimientos, diagramas, combinaciones entre fechas y diagramas, combinaciones entre textos y diagramas, y textos con señalización.

El análisis de estas relaciones se basa en las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis de la “bushiness”:** las visualizaciones deberían facilitar el recuerdo del contenido.
- **Teoría de la codificación dual:** las informaciones verbales y no verbales dan lugar a una representación interna diferente.
- **Hipótesis unión-retención:** si la información espacial se representa a través de una representación verbal y visual, se retendrá mejor que la información textual (Schmidt-Weigand & Scheiter, 2011, pp. 22-23).
- **Hipótesis de interferencia:** una especificación de la hipótesis de redundancia (p. 27).

Dentro de las conclusiones de estos estudios, se resalta que, a pesar de la supremacía de las visualizaciones y de las visualizaciones con texto para mejorar los RA, se debe tener en la cuenta al momento de diseñar materiales multimediados, aspectos como las combinaciones de los diferentes mensajes, la extensión de los mismos y el conocimiento a transmitir.

Estrategias:

Hoy en día se conciben de manera conjunta las estrategias de enseñanza–aprendizaje, dado que no pueden considerarse de manera separada, en la medida en que es importante tanto la forma en que se transmite el conocimiento, como la forma en que es apropiado y usado por quien lo recibe, y, por tanto, garantice el cumplimiento de los RA. Dentro de estas estrategias está la desviación positiva, «la cual permite la búsqueda de detalles menores que contribuyen a un éxito inesperado» (Kionig et al., 2016, p. 1); la representación y/o actuación con base en la locomoción de los peces, análisis desarrollado por Scheiter y otros autores; y la gamificación, utilizada de manera combinada con la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

Estas estrategias de enseñanza–aprendizaje producen cambios en los sistemas psíquicos: al generarse mayor motivación, se induce a un mayor compromiso, lo que lleva a que se dé un proceso de transferencia de conocimiento mayor. Estas estrategias han sido evaluadas por medio de técnicas, como el análisis de los movimientos oculares, el establecimiento de curvas de aprendizaje, los pre-cuestionarios y post-cuestionarios, y las escalas de usabilidad, entre las más citadas.

Aprendizajes:

Los nuevos entornos, materiales y estrategias se sustentan teóricamente en los conceptos de:

- Aprendizaje activo
- Aprendizaje adaptativo
- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje móvil (como parte del aprendizaje electrónico)

Yusep Rosmansyah y Budiman Dabarsyah son los investigadores más referenciados en relación con estos tipos de aprendizaje. Gwo-Jen Hwang ha relacionado estos conceptos con el aprendizaje invertido o aprendizaje sin fisuras. Katrina Scheiter cita con frecuencia el aprendizaje biológico, el aprendizaje encarnado y el aprendizaje viso espacial. Meyer ha reseñado principalmente el aprendizaje e-learning.

En todos ellos se resalta cómo los cambios psíquicos son movilizados a través del compromiso, lo cual influye de manera positiva en la obtención de mejores RA, así como los cambios en los sistemas psíquicos a nivel de los factores motivacionales intrínsecos y extrínsecos, que favorecen no solo los RA, sino también los Procesos de Aprendizaje (PA).

5.2. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Desde el enfoque de los Sistemas de Gestión de Calidad, y como parte importante del ciclo de mejoramiento continuo (planear, hacer, verificar y actuar –PHVA), los procesos de evaluación son fundamentales para garantizar la revisión, corrección y ajuste de las diferentes actividades que se realicen dentro del sistema, que permiten la obtención de los resultados deseados. Es decir, la evaluación implica medición, seguimiento y control, y en la medida en que se controla, se es consciente de los aciertos o desaciertos. Al igual que en el universo empresarial, en el educativo la evaluación ha sido, es y será, una parte estratégica del ciclo de enseñanza–aprendizaje.

5.2.1. DEFINICIÓN DE EVALUACIÓN

Según Cejas y Álvarez (2006), «la evaluación es un proceso complejo en el que se relacionan alumnos y docentes. Es otra instancia de la actividad educacional, que difiere del aprendizaje, pero a la vez se complementan» (p. 149). Esta definición denota cómo la evaluación incorpora muchos elementos que actúan e interactúan para lograr un producto definido; establece además conexiones entre los actores principales del proceso

de aprendizaje y, a su vez, indica la condición de evaluable de los dos actores. Así mismo, para estos autores hay varios tipos de evaluación, según el momento:

«Evaluación diagnóstica, evaluación formativa, evaluación sumativa o final; de acuerdo a la amplitud de la aplicación: individual o grupal; de acuerdo a la forma en que se evalúan: orales, escritas; según el grado de estructuración: estructuradas, semi-estructuradas, no estructuradas; de acuerdo al tipo de aprendizaje: cognitivo, socioafectivo y psicomotor; y de acuerdo a la procedencia: interna, externa, mixta y autoevaluación» (p. 150–151).

Frente a la diversidad de tipos de evaluación, las cuales no son excluyentes, sino complementarias, se deben realizar procesos de planeación de manera intencionada y estructurada que permitan cumplir los RA, los objetivos y las competencias que implican el desarrollo de los programas académicos. Al identificar la evaluación de acuerdo al tipo de aprendizaje, se está reconociendo la integralidad que debe tener, en el sentido de que no solo se evalúa lo que el estudiante conoce, sino también la forma en que se relaciona con los demás y la forma en que coordina lo que piensa con lo que hace. Es decir, la congruencia.

Elena et al. (2008) señalan que la evaluación no solo debe reflejar la capacidad del estudiante para producir artefactos propios de un ámbito profesional determinado, sino que también debe plantearse como un reto para que el estudiante tome conciencia del aprendizaje construido (Withaus, 2002; Orzoff, Peinovich & Riedel, 2008; Graham & Sims-Gunzenhauser, 2009). Esto implica que el estudiante participe activamente en los procesos de evaluación, solicitando retroalimentación y realizando procesos de autoevaluación que le permitan reflexionar sobre los conocimientos adquiridos, sus fortalezas y debilidades.

La evaluación no es un proceso independiente del contexto en el que se lleva a cabo ni de las personas que lo realizan (García-Jiménez, 2015, p. 5). El contexto, entendido como aquellos factores externos que rodean y dan significado a las decisiones y acciones, juega un papel fundamental en la evaluación. Esta cobra sentido en la medida

en que se diseña y realiza teniendo en cuenta las particularidades del área disciplinar, el espacio físico-temporal, el sector productivo en el que se va a desempeñar el estudiante, el entorno social y los actores intervinientes en el proceso. De igual manera, la evaluación no es ajena a posibles subjetividades por ser un proceso eminentemente humano.

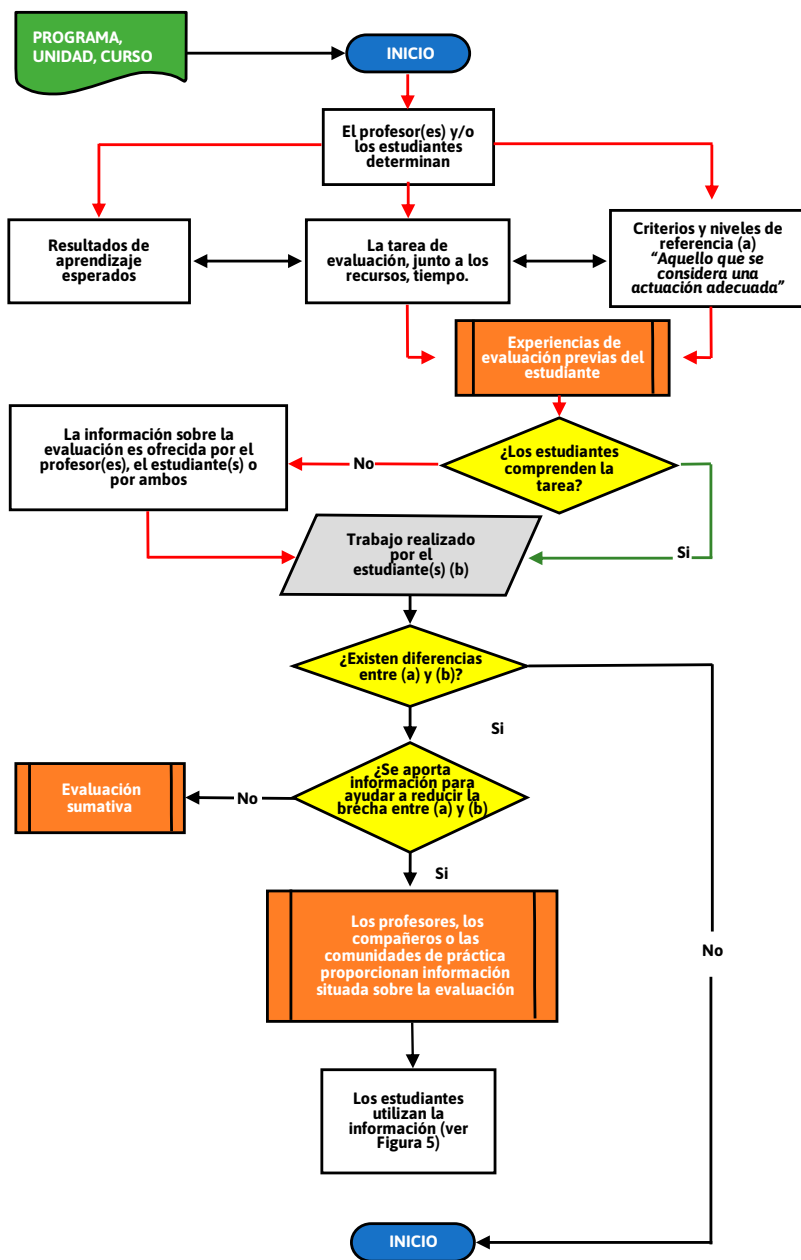
A partir del 2000 se habla de la evaluación de cuarta generación, aquella «que considera el papel de los valores, la orientación a la acción, en un contexto donde el evaluador no está fuera, distante de lo evaluado, sino que forma parte de ese todo, estimula ampliamente a las audiencias y, conjuntamente, va estudiando las posibles rutas a seguir a través de un proceso interactivo caracterizado por la concertación y la negociación, donde se respeta su dignidad e integridad, y se tiene en cuenta la intersubjetividad» (Smith, 2006, p. 88).

La evaluación, entendida como cultura, implica la consideración de las diferentes dimensiones que la componen como un todo: «la evaluación del aprendizaje, la evaluación de docente, la evaluación curricular y la evaluación institucional como un todo» (Smith, 2006, p. 93), y de igual manera implica considerar las dimensiones del ser y la dimensión organizacional.

La evaluación del aprendizaje centrada en los RA, pensada como proceso, requiere de una serie de pasos en los cuales intervienen los docentes, los estudiantes, los compañeros de estudio y la comunidad académica en general. Su insumo de entrada es el programa, curso o unidad temática, a partir del cual los actores principales del proceso definen tres elementos fundamentales: los RA esperados, las evaluaciones y los criterios para determinar el cumplimiento de los RA, en el cual se tiene en cuenta las experiencias previas de los estudiantes y, a partir de allí, se realiza, o bien la evaluación sumativa o bien la evaluación formativa. De acuerdo a los resultados obtenidos, se comparan con los RA esperados, generando una retroalimentación que es analizada por el estudiante.

Ilustración 3

Evaluación de los RA como Proceso



Tomado de: (García-Jiménez, 2015, p.6)

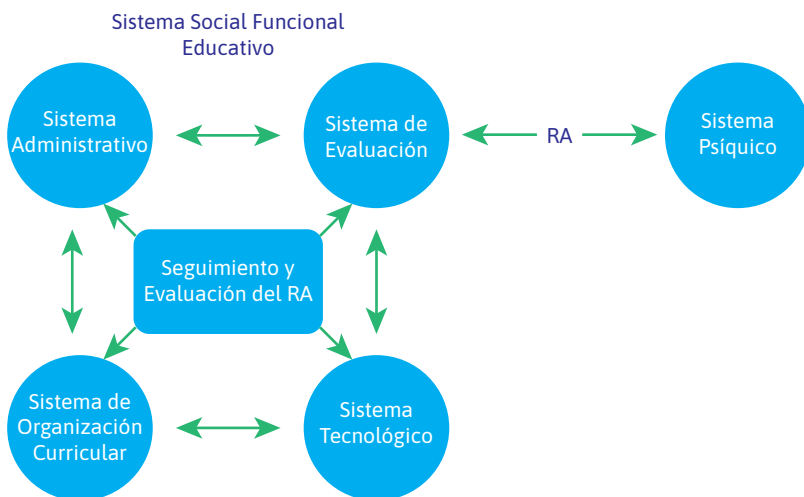
Finalmente, para algunos teóricos, la evaluación es una disciplina del conocimiento que está integrada por las disciplinas de la evaluación de programas, de productos, de personal, de rendimiento, de proyectos y de políticas (Martínez Mediano, 1998).

5.2.1 MARCO TEÓRICO PARA EL ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE LA EVALUACIÓN DE LOS RA

Teniendo en cuenta la teoría sociológica de Niklas Luhmann, se considera la educación como un sistema social-funcional general. Para el caso específico de la evaluación de los RA, está conformado por el sistema administrativo, el sistema de organización curricular, el sistema tecnológico y el sistema de evaluación, los cuales generan comunicación con el sistema psíquico a través de los RA (ver ilustración 4).

Ilustración 4

Marco Análisis Teórico de las Tendencias de Evaluación de los RA



Elaboración propia

Bajo este esquema se abordará la revisión teórica de las tendencias de evaluación de los RA.

5.2.2 TENDENCIAS DE EVALUACIÓN DE LOS RA

Subsistema administrativo:

Los procesos de dirección, planeación, organización y control, garantizan el uso intencionado y direccionado de los recursos humanos, logísticos y financieros requeridos para el logro de los objetivos y metas establecidas. Es por ello que la estructuración de un sistema administrativo para los procesos evaluativos de los RA, apoya sustancialmente el logro de los mismos.

Dentro de los caminos recorridos por otras IES, específicamente por la Universidad de Qatar, a nivel de dirección se ha establecido una unidad adscrita directamente al área académica con disponibilidad de recursos financieros para atender las necesidades, y de este modo cumplir con los procesos de planeación de la cualificación del recurso humano, el cual ha incluido desde procesos de sensibilización, seguidos por procesos de capacitación a nivel de talleres, seminarios, foros, intercambio de experiencias, entre otros.

En temas de organización, se han expedido directrices y normas que dan lineamientos para su desarrollo. Estas han permitido conformar un grupo humano que lidera y apoya la implementación de las diferentes actividades que demanda la evaluación de los RA, los cuales se encuentran alineados con los procesos curriculares y micro curriculares de los programas. Dentro de estos procesos de organización también se han realizado procesos de sistematización de la información, mediante la digitalización para la producción de informes periódicos basados en datos.

Los procesos de seguimiento, retroalimentación y control han permitido identificar los factores de mejora, como la periodicidad de los informes (anuales en vez de semestrales), el número óptimo de RA (entre seis y ocho por programa académico), ampliación del ciclo de evaluación (de dos a tres años), modificaciones y/o ajustes micro curriculares, vinculación de actores externos, entre otros.

Para Al-Thani et al. (2014), las instituciones educativas deben gestionar recursos (en términos de dinero y tiempo) para el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, con el fin de realizar procedimientos sistémicos y continuos que permitan la toma de decisiones para el mejoramiento de las condiciones del programa.

Subsistema de evaluación:

La revisión del sistema de evaluación (es decir, evaluar la evaluación) convierte el sistema en un proceso de aprendizaje sobre el cual es posible

y necesario realizar mejoras para que cumpla la finalidad establecida, en este caso, unos mejores RA.

Dado que el sistema evaluativo implica diferentes subsistemas, se identificó la evaluación del subsistema administrativo de los RA en la Universidad de Qatar, a partir de un proceso de revisión realizado por Jabor et al. (2016) durante 2010 y 2012, encontrando cómo, a nivel de los procesos de dirección, se ha mejorado la optimización de los recursos financieros destinados para fortalecer el sistema, dado que se ha requerido menor inversión de los procesos de sensibilización de los docentes al disminuir el número de docentes con estas necesidades.

Frente al proceso de organización, la capacitación de los docentes ha permitido que estos inviertan menos tiempo para los procesos de evaluación y más tiempo en la revisión, ajuste y modificación de las herramientas para la evaluación, en el análisis de las modificaciones y en los ajustes micro curriculares, factores que han sido una demanda permanente y constante, buscando una mayor alineación entre las herramientas de evaluación, los cursos del programa, el programa y los RA, para que estos últimos se ordenen dentro de los procesos de acreditación, y de este modo se promueva una mejor toma de decisiones en la alta dirección.

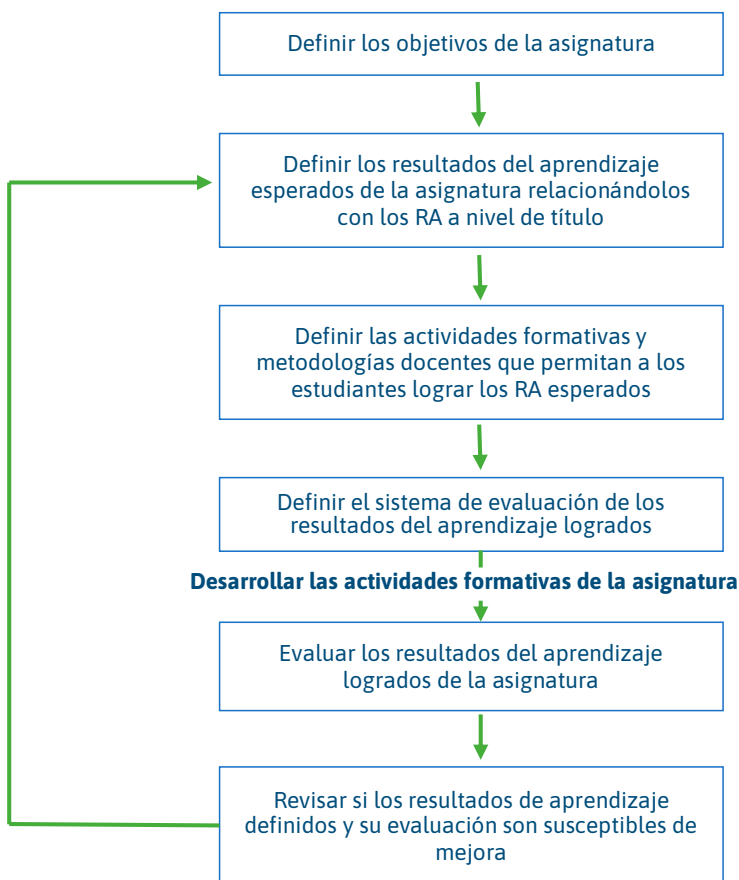
Por último, en cuanto al plan de seguimiento y retroalimentación, se identificó el aporte estratégico que se logra a través de los procesos de evaluación para el mejoramiento de los RA, los cuales han demostrado un mejoramiento a través del tiempo.

También se ha abordado la evaluación de los RA como un proceso de aprendizaje mediante el enfoque de alineación de estos, la metodología docente y la metodología de evaluación, debido al cambio de enfoque del modelo de enseñanza-aprendizaje basado en competencias, el cual se complementa con el enfoque de RA, «pues estos últimos representan uno de los componentes básicos para la transparencia de los sistemas de educación superior y con el fin último de realizar el reconocimiento de las cualificaciones profesionales» (ANECA, 2013, citado por McDonnell et al., 2014, p. 2).

El método propuesto para lograr la alineación fue el de ANECA (2013):

Ilustración 5

Método de Coordinación del Proceso de Enseñanza Aprendizaje (ANECA, 2013)



Tomado de McDonnell y otros (2014) p. 8

Esta metodología ha permitido desarrollar análisis del proceso evaluativo de los RA desde enfoques de organización curricular, que han desarrollado de manera posterior diferentes teóricos del área.

Otro de los elementos importantes al momento de valorar la evaluación de los RA, es el para qué puede utilizarse esta información y cómo se analiza. Frente al primer aspecto, la mayoría de las IES lo han utilizado para determinar el valor agregado generado en el proceso educativo. En su trabajo investigativo, Liu, Roohr y McCaffrey (2016), plantearon

que existe una diferencia entre lo que implica el valor agregado y el crecimiento o la ganancia del aprendizaje. El valor agregado depende totalmente de las capacidades institucionales, mientras que en el crecimiento se reconoce que, en el cumplimiento de los RA, influyen otras variables del entorno que están fuera del alcance de las IES.

El planteamiento anterior lleva a revisar las herramientas estadísticas que tradicionalmente se han utilizado para analizar el consolidado de los RA, como lo han sido los modelos de regresión lineal, los modelos multinivel, el análisis de varianza, principalmente, y a explorar otros métodos previos y complementarios, como la ponderación de puntuación de propensión, «la cual permite equilibrar las muestras en las variables de fondo» (p. 352).

Sin embargo, independiente del término que se utilice, el determinar el crecimiento o el valor agregado del aprendizaje permite a las instituciones medirse en el cumplimiento de su función misional y, a su vez, poder compararse con otras para establecer estrategias de fortalecimiento, mejoramiento o diferenciación.

Subsistema tecnológico

A partir del entendimiento de los problemas del sector productivo, se realiza la construcción de los entornos de aprendizaje (EA) con base en las nuevas tecnologías pensadas para el apoyo de estrategias didácticas del aprendizaje (Chen et al., 2011). Bajo esta premisa, los autores analizan cómo, a través del diseño de un EA electrónico en un curso específico del programa de ingeniería eléctrica (utilizando el entorno de programación gráfica a distancia por medio de la Internet) se logra que los estudiantes obtengan mejores resultados de aprendizaje (RA) y, a la vez, se evalúen estos mecanismos de forma paralela, en el momento en que el estudiante hace uso del EA, sin separar tajantemente los momentos de enseñanza-aprendizaje y evaluación.

La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) a los procesos de evaluación han tenido mayor relevancia al incrementarse el desarrollo de la educación multimedia y educación e-learning, así como a la incorporación de los RA en los procesos de enseñanza-aprendizaje, los cuales demandan mayor autonomía del estudiante. La evaluación, a través del uso de las TIC, trata de crear procesos de retroalimentación y proalimentación más oportunos, detallados y útiles; e impulsa la participación del estudiante en los procesos evaluativos por medio de las coevaluaciones, la evaluación entre iguales y la autoevaluación, lo que ayuda a tener al estudiante inmerso dentro de los procesos de autorregulación y aprendizaje, y de esta manera obtener unos mejores RA.

La retroalimentación, como fase del proceso evaluativo, genera información (no elaborada y/o elaborada). Según García-Jiménez (2015), esta actúa en tres niveles, así: a) puede ser concreta, sencilla o compleja; b) puede ofrecerse de manera inmediata, diferida, continua, coyuntural; y c) puede ser transmitida de forma oral o puede realizarse a través de otros medios, como lo son las TIC, a través de los entornos de aprendizaje aplicaciones informáticas, podcast, o por las herramientas multimediales, como el video y el audio. Estos medios permiten realizar las evaluaciones sumativa y formativa, ambas bastante importantes y complementarias en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La proalimentación puede entenderse como

un uso por parte del estudiante de la información que tiene sobre su trabajo, generada a través del diálogo con el profesor y sus compañeros, para decidir cómo debe regular su aprendizaje hasta alcanzar el nivel de referencia fijado. La retroalimentación ayuda al estudiante a generalizar lo que ha aprendido a nuevas tareas y situaciones aún no planteadas. (García-Jiménez, 2015, p. 16)

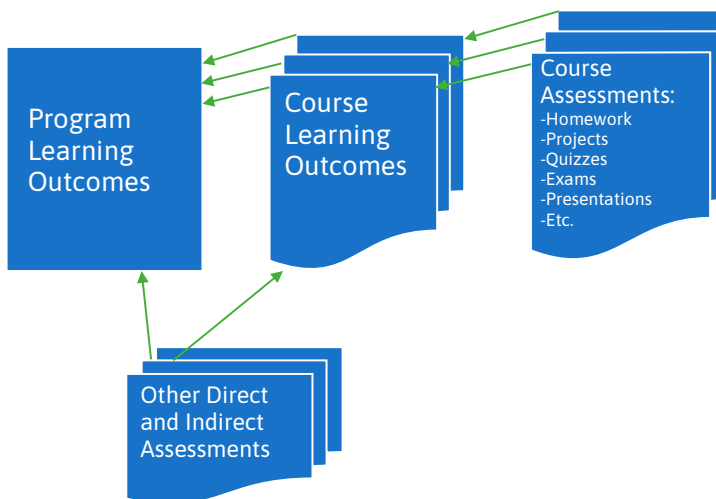
Para los procesos de evaluación en línea, Dorrego (2016) recomienda incluir diferentes métodos como la aplicación en el mundo real, la evaluación del aprendizaje basada en proyectos, el uso de memorias de reflexión de los estudiantes (diarios, memorias de reflexión específica, reflexiones al inicio y al final del curso, así como reflexiones analíticas). De otro lado, frente al asunto de las calificaciones en línea, Bender (2003) recomienda utilizar distintas formas de calificación: en un ensayo electrónico realizado en el hogar, en la calidad de las respuestas en la discusión en línea, en los trabajos grupales, en las conversaciones sincrónicas en línea, en pruebas escritas de opción múltiple en línea, principalmente.

Subsistema de organización curricular

Dentro de los procesos de organización curricular se encuentran el macro, meso y micro currículo, todos ellos orientados al logro de perfiles, competencias y RA. Esta organización permite y exige que, a partir de lo micro, se vayan creando agregaciones para lograr los diferentes niveles de RA. Es decir, RA a nivel de micro, meso y macro currículo. Estos procesos de agregaciones fueron analizados desde el enfoque matemático por Khawaja (2016), quien aplicó el concepto de función compuesta, en el cual las herramientas de evaluación del curso (dominio) permiten medir los RA (codominio) del curso, y estos a su vez permiten medir los RA del programa, e incluso de la institución (siendo esto la función compuesta).

Ilustración 6

Mapeo a la Evaluación de los RA



Tomado de Khawaja (2016)

La mejora continua de los programas educativos se basa en la evaluación de los resultados de aprendizaje del programa, así como de los cursos asociados. El correcto mapeo de varias evaluaciones y resultados de aprendizaje impacta directamente en la calidad y precisión de los resultados. (p.1)

A partir de esta premisa, se realiza el mapeo matemático que permite determinar las diferentes funciones a nivel de curso, programa e institución. Este mapeo se basa en los atributos de cobertura (cada RA desempeña un papel en la evaluación), validez (diferentes mediciones permiten llegar a las mismas conclusiones) y enfoque (una herramienta de evaluación mide un RA). El resultado es una función compuesta Onto-All Many (dos evaluaciones para cada uno de los RA) que presenta alta cobertura, alta validez y alto enfoque.

Para ello, se realiza una clasificación de los resultados de aprendizaje (RA) del curso, siguiendo el estilo de la evaluación. Esta clasificación permite construir las funciones del curso, las cuales, a su vez, permiten crear la clasificación de los cursos y definir los atributos descritos en el párrafo anterior. Finalmente, se realiza la clasificación de las evaluaciones del programa y, a partir de allí, se define la función del programa.

En este proceso, se distingue entre dos tipos de programas:

- Programa curricular: El abordaje se basa en el número y tipos de cursos a través de los cuales se evalúa un determinado resultado del programa.
- Programa: Las diferentes evaluaciones de los cursos permiten evaluar los RA del programa, lo que permite determinar un número más reducido de RA a evaluar.

Otro abordaje de evaluación de los RA es el analizado por Rahemi y Seth (2008), según el cual

un análisis preciso y detallado de la evaluación de los RA de los estudiantes se desarrolla sobre la base del indicador de puntuación de la rúbrica (“VGLU”). El indicador de la rúbrica VGLU mide el éxito de los objetivos del curso y puede utilizarse para la evaluación del curso y del programa [...]. Los resultados de este proceso permiten al instructor identificar los elementos más débiles en los RA del curso y hacer los cambios necesarios para mejorarlo. La evaluación de los RA del programa se lleva a cabo sobre la base de la puntuación media de la VGLU de todos los cursos que se ofrecen en un trimestre determinado (p. 55-56).

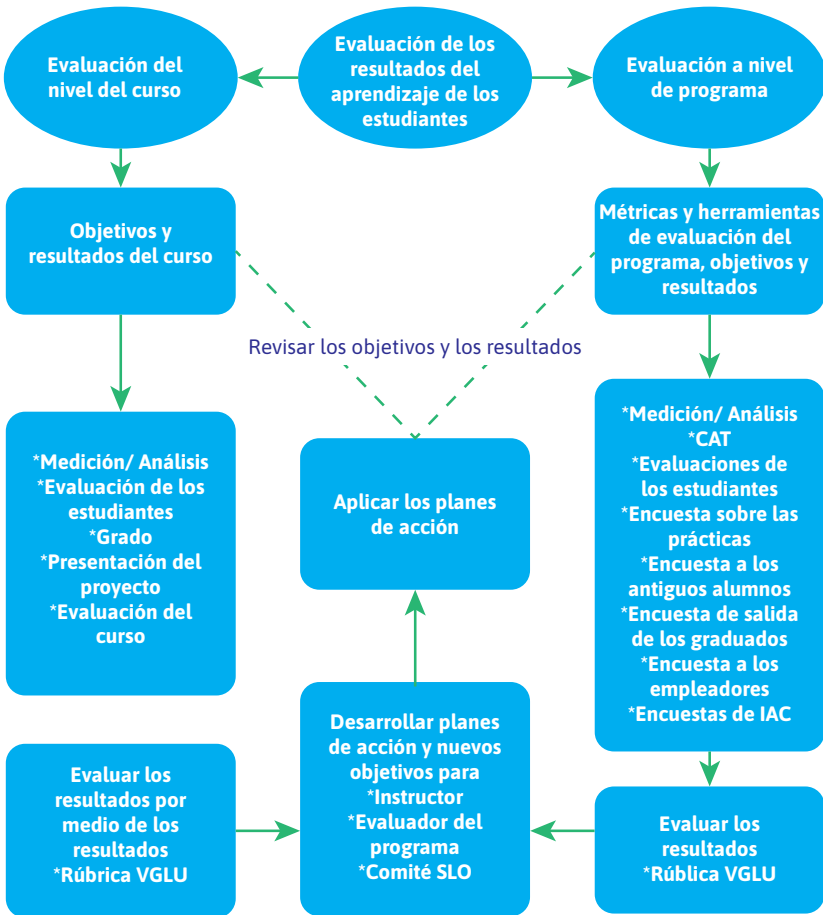
El proceso de análisis se realiza a través de plantillas, tablas y gráficos de los RA obtenidos por los estudiantes, los cuales dan origen a la elaboración de planes de mejoramiento del plan de estudios que permite obtener mejores RA en los temas disciplinares, de pensamiento crítico, la resolución de problemas, comunicación y habilidades de trabajo en equipo. Todo lo anterior está soportado mediante el acompañamiento del comité de RA de los estudiantes.

El VGLU se basa en las puntuaciones de la rúbrica, siendo V el valor más alto equivalente a tres (3) y U el valor más bajo equivalente a cero (0), cada uno con sus respectivas conceptualizaciones.

Otra diferencia con respecto a la propuesta de Khawaja, es que, a través de la plantilla de evaluación del curso, se miden también sus objetivos para lograr los RA del programa. Una evaluación o tarea de rendimiento puede apoyar el cumplimiento de más de un RA del programa. Este análisis permite contar con planes de mejoramiento continuo, tal como se puede evidenciar en la siguiente ilustración:

Ilustración 7

Método de la Evaluación de los RA en Varios Niveles



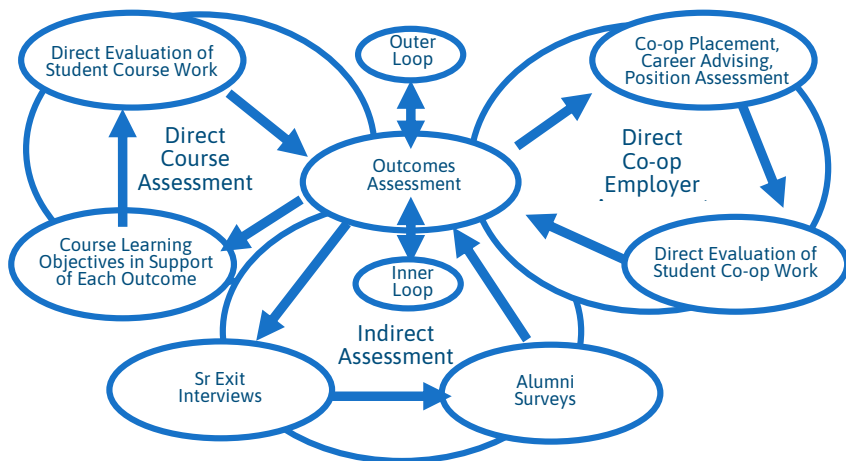
Tomado de Rahemi y Seth (2008), p. 66

Subsistema de cambios en los sistemas psíquicos

La evaluación de los RA es el resultado de las mediciones directas realizadas a los estudiantes en el desarrollo del proceso, así como las que realizan los empleadores a los estudiantes y las mediciones indirectas, encuestas a los empleadores, estudiantes antiguos, opiniones de grupos de la universidad, etc.. Gráficamente se puede visualizar esta dinámica así:

Ilustración 8

Bucles para el análisis de los RA

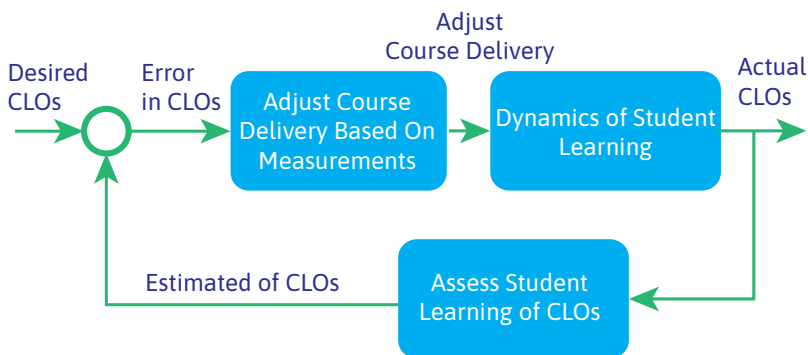


Tomado de Ghosh (2019) p. 1.

Las mediciones directas realizadas a los estudiantes permiten una retroalimentación y revisión más expeditas, así como una mayor gobernabilidad por parte de los miembros de la comunidad académica. Vistas como un subsistema, generan una visión de los pasos necesarios para lograr disminuir y/o eliminar la distancia entre los RA planeados y los RA obtenidos (ilustración 9).

Ilustración 9

Bucle de medición directa de los RA



Tomado de Ghosh (2019), p. 2

A partir de este bucle, Ghosh (2019) analiza la experiencia del Departamento de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Rochester, el cual implementó una serie de estrategias curriculares basadas en el establecimiento de un grupo de asignaturas básicas fundamentales para el ingreso formal al programa con sus tiempos de desarrollo, así como la definición clara de los RA y el set de herramientas de evaluación para cada curso. De igual forma, aplicó una serie de estrategias didácticas consistentes en el ofrecimiento de cátedras compartidas, materiales didácticos comunes y compartidos, horarios flexibles y apoyo de monitores para los procesos de asesoría.

Todo lo anterior fue acompañado de revisiones y seguimientos sistemáticos que permitieron detectar las oportunidades de mejora. Entre estas, se destacó la necesidad de ajustar las herramientas de evaluación y los materiales didácticos, con el fin de garantizar un aprendizaje duradero y significativo.

De otro lado, Liu, Mao, Frankel y Xu (2016), a través de su investigación en la evaluación del RA de pensamiento crítico, encuentran que los RA mejoran sustancialmente cuando se presenta un alto nivel de motivación de los estudiantes. El cumplimiento requiere de una definición clara de lo que un RA implica y de la elaboración de herramientas para su medición, conociendo que existe un número importante de instrumentos a nivel de formatos para su balance, como las evaluaciones de Heighten, en la cual se ratifica cómo el cambio en los sistemas psíquicos por medio de la motivación mejoran el cumplimiento.

5.3. EDUCACIÓN SUPERIOR

5.3.1 DEFINICIONES

Las IES hacen parte de las instituciones académicas que forman el capital humano requerido en la sociedad, en su etapa posterior a la finalización de la Educación Media. Son muchas las discusiones conceptuales y normativas que se han realizado en Colombia sobre su condición de bien o servicio y sobre sus efectos en el mejoramiento de las condiciones de vida personal y social. Sin embargo, lo que nadie discute es que la educación superior es la que genera valor agregado al proceso social y económico de cualquier sociedad; es la que permite una adecuada y efectiva gestión del conocimiento, este último considerado como el cuarto factor de producción dentro del desarrollo económico.

5.3.2 BREVE HISTORIA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN COLOMBIA

La educación superior en Colombia data desde los años de La Colonia, con la creación de las universidades Santo Tomás, Javeriana y el Colegio Mayor del Rosario, los cuales ofrecieron en principio programas en las áreas de filosofía, teología, derecho y medicina, a los que llegaban a formarse la alta clase burocrática del país. Posteriormente, a inicios del siglo diecinueve, se creó la Universidad Central, y después, a mediados de siglo se creó la Universidad Nacional. En el siglo veinte, después de los años treinta, aparecen las universidades regionales como la del Valle, Caldas, Industrial de Santander y Atlántico, y otras, como la Pedagógica en Tunja y Bogotá. A partir de los años setenta se incrementa el número de IES privadas para atender la creciente demanda.

Un gran hito en los procesos educativos superior lo constituye la aprobación de la Ley 30 de 1992, vigente aún, en la cual se establecen elementos fundamentales para el funcionamiento del sistema que aún prevalecen y en la cual se establece la tipología de las IES (técnicas profesionales, instituciones universitarias o escuelas tecnológicas y universidades) y las tipologías de los programas (técnico, tecnológico y universitario) los principios de autonomía universitaria y gobierno institucional, la función del Estado de inspección y vigilancia, así como la creación del CESU. Posteriormente en el año 2000 se crea el Viceministerio de ES quien asumió la inspección y vigilancia del sector y se crea Comisión Nacional Intersectorial de aseguramiento de Calidad de la Educación Superior CONACES, Consejo Nacional de Acreditación CNA, así como los Sistemas de información de la educación superior, todo lo anterior con el fin de mejorar los procesos de calidad de las IES.

A partir del año 2000 se incrementa de manera muy importante el acceso a la educación superior por parte de los jóvenes en edad de ingresar así como el número de programas de pregrado, situación apoyada por la facultad dada al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA de ofrecer sus programas tecnológicos como Educación Superior y en menor medida de la aprobación de programas en ciclos propedéuticos (2 ciclos, tres niveles) por parte de las Instituciones técnicas y tecnológicas; sin embargo el sistema continúa con altos niveles de deserción y pocos procesos de acreditación de programas e instituciones; persiste la preferencia por programas universitarios y a nivel de gobierno después del 2010 se incrementa de manera sustancial la financiación de la ES pública.

En cuanto a la competitividad de la educación superior entre los países de América Latina, un estudio realizado por López-Leyva (2022) con base en los indicadores del Foro Económico Mundial, encuentra que Colombia está en el grupo uno de los países en los que existe una correlación

positiva entre competitividad y educación superior. Sobre la calidad, el país se encuentra entre los catorce países que se encuentran por debajo de tres y en el puesto 69 de 134 países evaluados, presentándose problemas en este aspecto, en la enseñanza de matemáticas y ciencias presenta una calificación de 3,3, siendo una baja calificación de acuerdo al contexto mundial, y frente al tema de la administración se presenta un buen comportamiento al igual que la mayoría de los países de América Latina.

La cobertura ha mejorado sustancialmente encontrándose Colombia en el grupo 3 correspondiente a los países de AL que presentan coberturas universales con porcentajes mayores a 50% para el año 2017 la cobertura fue de 55,6%. Frente al tema de los indicadores de soporte como lo son el acceso a internet, disponibilidad local de la investigación y capacidad del profesorado Colombia presenta porcentajes sobre el promedio de los demás países. En general y de acuerdo al informe de competitividad Colombia requiere realizar fuertes inversiones en temas de calidad de la ES y de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias.

5.3.3 MARCO NACIONAL DE CUALIFICACIONES EN COLOMBIA

Dentro de las estrategias que han venido implementado los diferentes gobiernos con el fin reducir la brecha entre el talento humano que el sector productivo espera y requiere y el que la academia forma se encuentra el establecimiento del Marco Nacional de Cualificaciones MNC el cual centra su razón de ser en el establecimiento de RA.

La principal característica de los MC “es que pasan de una lógica centrada en las instituciones, a una centrada en el logro educativo de las personas” (Billorou y Vargas, 2010, citado por Yesid & Mendoza, 2020, p.30) teniendo dentro de sus principales objetivos

1. Facilitar el aprendizaje permanente y 2. Promover “mecanismos transparentes para el reconocimiento, evaluación y certificación de competencias laborales; es decir, un MNC delimitado en los objetivos de la política de productividad y competitividad del país, pero sin restringirse a ellos, con una visión amplia y clara sobre las posibles contribuciones del MNC” (p.63)

De los primeros países que formularon su MNC, a principios de los años 90s, se encuentran Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica lo que permite que a la fecha cuenten con marcos maduros y que ya han sido objetivo

de reformulación para responder de mejor manera a la articulación del mundo del trabajo con el mundo de la educación y que a su vez permite al talento humano lograr procesos de aprendizaje a lo largo de la vida.

Para el caso de América latina y el Caribe la experiencia en implementación de MNC es muy reciente y la mayoría de los países han contado con los tradicionales sistemas de educación superior formal, en donde al igual que en Colombia, predominan los programas profesionales y los sistemas alternos de formación para el trabajo lo cual lleva a que en este continente el marco se encuentra en la fase de diseño y desarrollo y/o en la fase de adopción formal

Para el caso específico de Colombia se ha aprobado mediante Decreto 1649 de 2021 del Ministerio de Educación Nacional el MNC para lo cual en el Artículo 2.7.2.1. Definiciones, establece: “Es un componente del Sistema Nacional de Cualificaciones (SNC) y se define como el instrumento que permite estructurar y clasificar las Cualificaciones en un esquema de ocho (8) niveles ordenados y expresados en términos de Conocimientos, Destrezas y Actitudes, aplicables en contextos de estudio, trabajo o en ambos, de acuerdo con la secuencialidad y complejidad de los aprendizajes que logran las personas en las diferentes Vías de Cualificación”.

El MCN forma parte del Sistema Nacional de Cualificaciones el cual está contemplado en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 aprobado mediante la Ley 1955 de 2019 específicamente en el artículo 194 el cual lo define como “conjunto de instrumentos, políticas, procesos y arreglos institucionales necesarios para el efectivo reconocimiento de los aprendizajes a lo largo de la vida, orientando la educación y formación a las necesidades sociales y del mundo laboral” este a su vez forma parte del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación.

A partir del MNC se establece el Catálogo Nacional de Cualificación CNC; para el caso de Colombia se cuenta con el CNC de los sectores Agricultura, Aviación de Estado, Cultura, Educación Inicial – PI, Eléctrico, Logística, Minas y Energía, Salud y TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) con un total de 175 cualificaciones.

5.4 BIG DATA Y ANALÍTICA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

5.4.1 BIG DATA

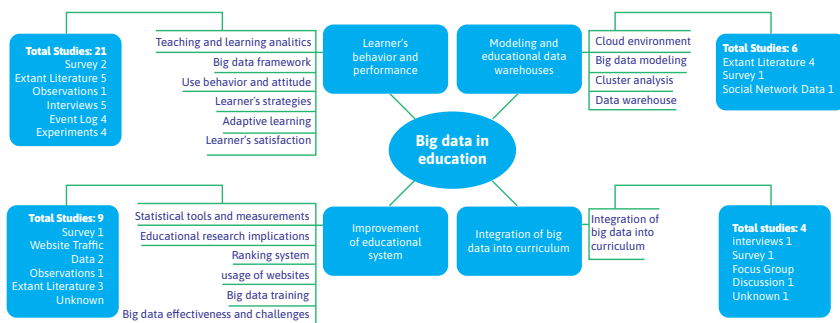
El crecimiento geométrico que ha experimentado el desarrollo de las TICs desde los años 90s han permitido generar mayores volúmenes de datos, a mayor velocidad y con mayor variedad (estructurados y no estructurados) características de los datos que han dado lugar al surgimiento del término de BIG DATA DB o datos grandes en español los cuales se caracterizan por las tres características mencionadas, aunque otros autores le han adicionado características como veracidad, verificación y valor. El Big data ha permitido a las empresas tomar decisiones con base en datos, sin embargo, el proceso de captura, recolección, almacenamiento, análisis y visualización de los mismos no ha sido fácil y ha demandado inversiones importantes en términos de infraestructura tecnológica, capacitación del personal técnico y estratégico, formación especializada en todas las etapas de la cadena de los datos para que estos generen valor agregado.

Teniendo en cuenta el estudio realizado por Gartner 2015 para el sector educación se encuentra como el 29% de las empresas del sector no cuenta con planes de inversión para temas de big data, el 17% planifica pero desconoce el estado de adopción, el 17% está desarrollando una estrategia, el 17% está en la fase de despliegue y el 21% está en la fase piloto y de experimentación; lo cual denota un estado incipiente de desarrollo de la big data en el sector educativo a nivel mundial a pesar de ser uno de los sectores llamados a jalonar y liderar la explotación y aprovechamiento de los datos que permitan dar el salto de la analítica descriptiva (que ha ocurrido) y diagnóstica (porque ha ocurrido) a realizar procesos de analítica predictiva (que ocurrirá) y prescriptiva (como podemos hacer para que ocurra).

En investigación reciente (Baig et al., 2020) realizan unos de los primeros procesos de revisión sistemática de literatura sobre el tema (desde los años 2014 hasta el año 2019), encontrando que las investigaciones sobre DB en educación se han concentrado en 4 áreas específicas así: Comportamiento y rendimiento de los estudiantes 53%, Mejora del sistema educativo 23%, Modelización y almacenes de datos educativos 15%, Incorporación de los temas de DB en el plan de estudios con un 10%, ver Ilustración 10

Ilustración 10

Mapa Mental de la Big Data en Educación



Tomado de (Baig et al., 2020, p.13)

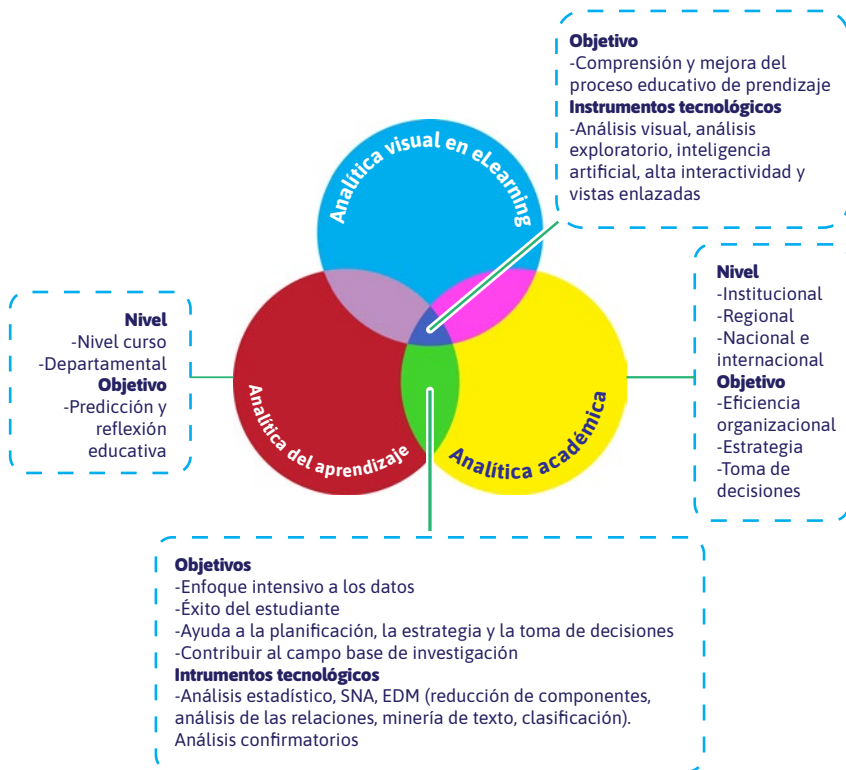
5.4.2 TIPOLOGÍA Y NIVELES DE LA ANALÍTICA EN LA ES

La educación en general y la educación superior en particular produce una gran cantidad de datos relacionados con los miembros de la comunidad educativa (estudiantes, docentes, egresados, sector productivo, funcionarios administrativos y contratistas), los procesos de educativos (currículum, microcurrículum, materiales y herramientas de enseñanza aprendizaje, entornos de aprendizaje) y los procesos evaluativos, principalmente. Estos datos pueden encontrarse en formatos estructurados, semiestructurados o no estructurados y tienen el potencial de generar valor a través de la realización de la cadena de valor del dato (captura, recolección, almacenamiento, análisis y visualización de los datos).

Dada la particularidad de los datos educativos, así como su finalidad diferentes autores han realizado la distinción de los tipos de analítica para este sector es así como (Gómez-aguilar & Salamanca, 2014) en su estudio investigativo destaca la analítica académica AA, la analítica del aprendizaje LA y la analítica visual VA; cada una de ellas con niveles y objetivos diferentes, como los principales tipos de analítica, tal como se puede apreciar en la Ilustración 11

Ilustración 11

Tipos de Analítica para la Educación Superior



Tomado de (Gómez-aguilar & Salamanca, 2014, p.238)

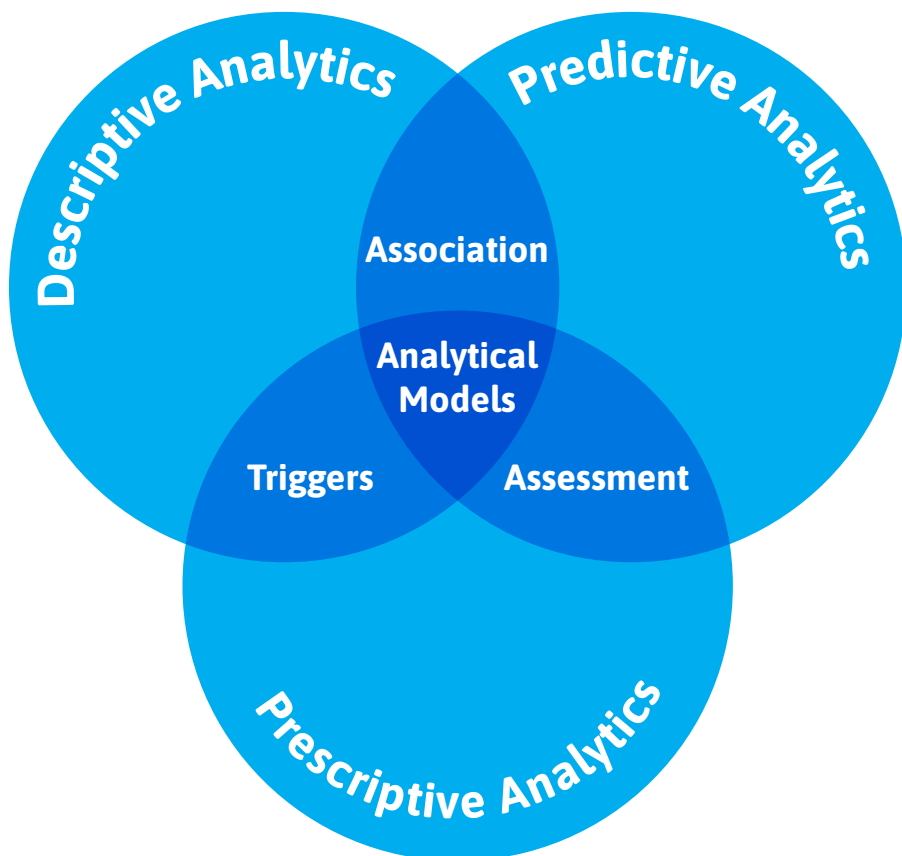
Daniel, B. (2015) coincide con Gómez Aguilar en la tipología de las AA y LA, pero adiciona las tipologías de Analítica Institucional IA y La Analítica de las Tics TIA adicionalmente incluye en LA analítica del profesorado y analítica de la enseñanza. Considera que la LA busca adelantar mejoras generales en la IES, TIA articular los datos que se generan en los sistemas de información, LA como su nombre lo indica se centra en el proceso de aprendizaje y finalmente la AA como aquella que proporciona información general sobre lo que ocurre en un programa específico y sobre cómo abordar los retos de rendimiento (Daniel, 2015, p.919)

Como aspecto importante a considerar es que el desarrollo de la AA y su adopción para el caso de los países latinoamericanos ha sido escaso así lo registra investigación realizada por (Santos et al., 2019)

Independiente del tipo de analítica que se utilice ella puede realizarse en los niveles de analítica descriptiva, diagnóstica, predictiva y prescriptiva, es de anotar que algunos autores unen la analítica descriptiva y la analítica. Cada uno de estos niveles de analítica generan unos resultados para el análisis y toma de decisiones y los resultados de una son elementos de entrada para el siguiente nivel de analítica, de igual manera cada uno de ellas implica niveles de complejidad distinta, ver Ilustración 12.

Ilustración 12

Claves para las Oportunidades de Big Data en la Educación Superior



Tomado de (Daniel, 2015, p.914)

5.4.3 MINERÍA DE DATOS EN LA EDUCACIÓN

La minería de datos en general con sus siglas en inglés como KDD (knowledge Discovery in database) permite a partir del BD descubrir información nueva y útil por medio de la combinación de tres ciencias básicas como lo son la ciencia de la computación, la ciencia de las matemáticas y las ciencias de la información.

El uso de la minería de datos en el área educativa se ha incrementado sustancialmente durante los últimos años debido al desarrollo que ha venido experimentando la educación e learning así como la intensificación de su uso por parte de instituciones y estudiantes de educación no formal y formal y en este última específicamente la educación superior lo cual ha permitido el surgimiento de la minería de datos educativa o EDM (education data mining) con sus siglas en inglés la cual según Romero et al citado por (Panizzi, 2019) “.....disciplina relacionada con el desarrollo de métodos para extraer información útil a partir de los datos que se generan en los entornos educativos, y utilizarla para mejorar dicho entorno. La información así obtenida se convierte en el insumo indispensable para la toma de decisiones” (p.52).

Para la realización de la EDM se han utilizado principalmente los métodos comunes en cualquier proceso de minería como lo son la predicción (clasificación, regresión y estimación de densidad), el agrupamiento (clusters) y minería de relaciones (reglas de asociación, correlación, patrones de secuencia y minería de datos causales) y según (Galindo & García, 2010) existen dos métodos muy específicos para el área educativa los cuales son descubrimiento mediante modelos y destilado de datos (información y métodos de visualización), cada uno de estos métodos tiene un objetivo muy definido y algunas aplicaciones claves para el área educativa, Cuadro 2.

Cuadro 2

Principales Enfoques de la Minería de Datos Educativos

Categoría del Método	Objetivo del Método	Aplicaciones Clave
Predicción	Desarrollo de un modelo que pueda inferir una variable a partir de la combinación de los datos disponibles	Detección de comportamiento del estudiante (engaños al sistema, distracciones, slipping); Desarrollo de modelos de dominio; Predicción y entendimiento de los resultados académicos de un estudiante
Agrupamiento	Encontrar conjuntos de datos que se agrupan naturalmente, separando el conjunto completo en una serie de categorías	Descubrimiento de nuevos patrones de comportamiento de estudiantes; Investigación de similitudes y diferencias entre escuelas
Minería de Relaciones	Descubrimiento de relaciones entre variables	Descubrimiento de asociaciones curriculares en secuencias de cursos; Descubrimiento de estrategias pedagógicas que guíen en un proceso más efectivo de aprendizaje
Descubrimiento mediante modelos	Modelado de un fenómeno mediante predicción, agrupamiento o ingeniería del conocimiento, es usado como componente en una futura predicción o minería de relaciones	Descubrimiento de relaciones entre comportamiento de estudiantes y sus características o variables contextuales; Análisis de cuestiones de investigación para una amplia variedad de contextos
Destilado de datos	Los datos son destilados para permitir a un humano identificar o clasificar rápidamente propiedades de los datos	Identificación humana de patrones en el aprendizaje de los alumnos, comportamiento colaboración; Etiquetado de datos para su uso en desarrollos posteriores de modelos predictivos

Tomado de: (Galindo & García, 2010, p.2)

Las aplicaciones en el ámbito educativo son nuevamente validadas mediante estudio de revisión sistémica de literatura realizado por (Panizzi, 2019) según el cual los temas educativos en los cuales se ha utilizado la minería de datos consideran aspectos como el rendimiento académico, perfiles de los estudiantes, calidad educativa, deserción, principalmente; adicionalmente encuentra que las metodologías más utilizadas son KDD y CRISP DM, utilizando para ello herramientas como Rapid Miner, SPSS y phyton y los algoritmos de redes bayesianas, clusterización, J48, árboles

de decisión, K means, redes neuronales y en menor medida random forest, regresión lineal y support vector machine (SVM).

5.5. DISEÑO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS INFORMÁTICAS

Las herramientas tecnológicas informáticas basadas en los procesos de digitalización y distribución de los datos, a través de novedosos sistemas de telecomunicación, las cuales están inmersas en las denominadas tecnologías de la información y comunicación Tics formando parte de ellas y denominadas específicamente las tecnologías de la información, contemplan los sistemas de recopilación organización e intercambio de estos datos.

El desarrollo de herramientas tecnológicas digitales que permite el desarrollo de sistema de información exige implementar el proceso de diseño de producto PDP; el cual debe ser abordado tanto desde la visión del diseño industrial, en la cual se deben tener en cuenta los elementos de los usuarios y beneficiarios del producto y desde la visión del diseño de la ingeniería, centrado en las funcionalidades.

En el mismo sentido se puede decir que en el diseño de producto o servicio es necesario abordar las fases del diseño conceptual y del diseño específico, en la medida en que ambos permiten garantizar su pertinencia desde el enfoque del cliente y desde el enfoque del producto o desde la parte funcionalidad. Dada la importancia del usuario en el abordaje del PDP desde los años 80s se ha venido fortaleciendo el enfoque del Diseño centrado en el usuario DCU el cual “es un enfoque con un énfasis en hacer artefactos más útiles, usables (Norman, 1988) y deseables (Norman, 2004) para el ser humano. Por lo cual, no es una metodología per se; sino un enfoque de diseño con unas prácticas lo suficientemente generales para ser aplicadas en cualquier desarrollo de producto” (Norman, 1988, 2004; Goodwin, 2009; García, Lange, Puentes y Ruiz, 2011, citados por (Trujillo Suárez et al., 2016, p.219).

El PDP puede abordarse “desde la visión de proceso, a través del cual se logra “la identificación, representación, diseño, formalización, control, mejora y el incremento de la productividad de los procesos” (Schwabe-Neveu et al., 2016, p.150) .

De igual manera el PDP consta de 3 etapas con sus respectivas fases así: “etapa de planificación (gestión de los recursos humanos, técnicos y financieros), etapa formativa (observar y analizar) y etapa acumulativa (sintetizar y definir)” (Trujillo Suárez et al., 2016, p.223).

Es en la etapa acumulativa donde se realizan los procesos de prototipado de baja fidelidad, a nivel de wireframe, medio fidelidad a nivel de mockup, estos dos en la fase de sintetizar y finalmente en la fase de definir se desarrollan los prototipos de alta fidelidad.

Para la creación de prototipos se han venido desarrollado una serie de metodologías denominadas metodologías ágiles entre las cuales se encuentran el Design Thinking, Lean Startup, Agile, Growth Hacking, Scrumban y Design Sprint, principalmente, las cuales permiten “correr el menor riesgo posible, ya sea por la búsqueda de una menor inversión, de la aceleración del proceso de validación, del desarrollo organizado, del prototipado y la comercialización” (Medina & Mansilla, 2020, p.1)

Cada una de las metodologías ágiles tiene sus particularidades en términos de fases de abordaje; es así como Learn Startup cuenta con 5 pasos (planteó, validación y medición de hipótesis, feed back y repetición de la secuencia que terminan con la definición del producto mínimo viable PMV), Design thinking contempla 5 fases (empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar), Agile o Scrum 4 fases (planificación del product backlog y del sprint planning, sprint backlog y la retrospectiva) y Growth Hacking (sus fases están definidas de acuerdo a la estrategia de mercadeo que se elija).

Sin embargo, en general, las metodologías ágiles comparten los principios y valores por los cuales fueron creados, en el denominado Manifiesto ágil en el año 2001 en EEUU, siendo 4 valores así: 1) Al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas, 2) Desarrolla software que funcione más que conseguir una buena documentación, 3) La colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato, 4) Responder a los cambios clientes más que seguir estrictamente un plan. Estos valores soportan los doce principios rectores de las metodologías ágiles, de estos doce principios se considera muy importante resaltar el principio 1 y 2 así: 1) La prioridad es satisfacer al cliente mediante tempranas y continuas entregas de software que le aporte un valor, 2) Dar la bienvenida a los cambios.(Herrera & Valencia, 2007).

6. Diseño metodológico

El ciclo de vida del software se compone de varias fases las cuales en términos generales son: planificación, análisis, diseño, implementación, pruebas, instalación o despliegue, uso y mantenimiento. Dichas fases y según el software moderno involucran generalmente a dos tipos de equipos y profesionales que son: los profesionales en diseño gráfico y/o diseño industrial que involucran los procesos ahora conocidos como UX (User Experience) y UI (User Interface) y los ingenieros y desarrolladores de software encargados de los procesos de desarrollo de bases de datos, backend y frontend.

Para el presente trabajo se propone como alcance las etapas de planificación análisis y diseño tanto en el equipo de diseño como en el equipo de desarrollo de software, lo que dejará planteado el equipo de trabajo necesario para la implementación, presupuesto, definición de tareas y responsables; dando como resultado para el diseño gráfico y/o industrial un prototipo de media fidelidad (mockup) y para el desarrollo de software la arquitectura de la solución, el diseño de la base de datos (modelo de tablas - entidad relación) y los artefactos o componentes de software de la solución.

Analizando las múltiples propuestas presentadas por los diferentes autores para el proceso de elicitación de requisitos se ha propuesto mezclar los procesos de historias de usuario con la construcción de un wireframe (prototipo de baja fidelidad) que permita condensar estas historias en un producto de diseño industrial que sirva como lenguaje común a los equipos de diseño y desarrollo, esto es propuesto pues en muchas ocasiones el texto puede generar más de una interpretación y cuando se hace con lenguajes controlados como los esquemas preconceptuales se hace complejo para algunos integrantes de los equipos de trabajo; por tal motivo entendiendo que los diagramas de interfaces son comunes a los dos tipos de equipos involucrados en el proceso, se ha definido estos como los esquemas usados para transmitir las necesidades del software propuestas por el cliente.

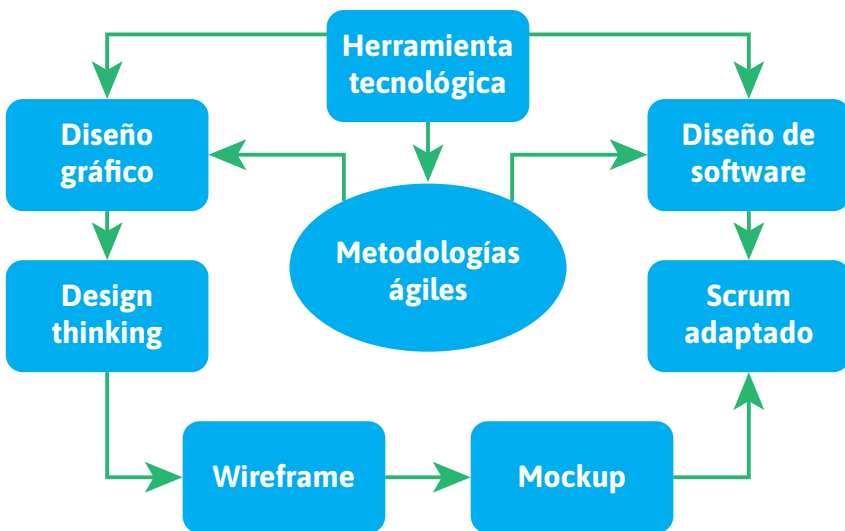
Considerando las características del tema sobre el cual se trabajará el prototipo exploratorio de herramienta tecnológica y analizadas las diferentes metodologías ágiles se define combinar la metodología Design Thinking para la elaboración del prototipo gráfico a nivel de mockup y la metodología Scrum para la fase de diseño técnico

o diseño de software, esta última estará acompañada de la propuesta de desarrollo de software a nivel de la arquitectura de solución arquitectura lógica y base de datos.

De manera resumida la metodología que se abordará se puede visionar en la Ilustración 13

Ilustración 13

Metodología para el Diseño de la Herramienta Tecnológica



Elaboración propia

6.1 DISEÑO GRÁFICO

La metodología Design Thinking plantea 5 fases en las cuales el usuario del producto es parte activa del equipo y el desarrollo de cada una de las fases permite contar al final con un producto mínimo viable PMV, para el caso un mockup, el cual será el insumo para realizar el diseño técnico o diseño de software.

- **Empatizar:** Con el fin de entender el modelo propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales se mejoró el conocimiento de la teoría sociológica de Niklas Luhmann, específicamente el entendimiento del sentido y sus dimensiones, para luego aplicarlo en la definición del RA y en los diferentes momentos propuestos; posteriormente se explicó el modelo al equipo de apoyo y para mejorar el entendimiento del mismo se realizó un ejemplo práctico con una asignatura de manejo de la investigadora así como

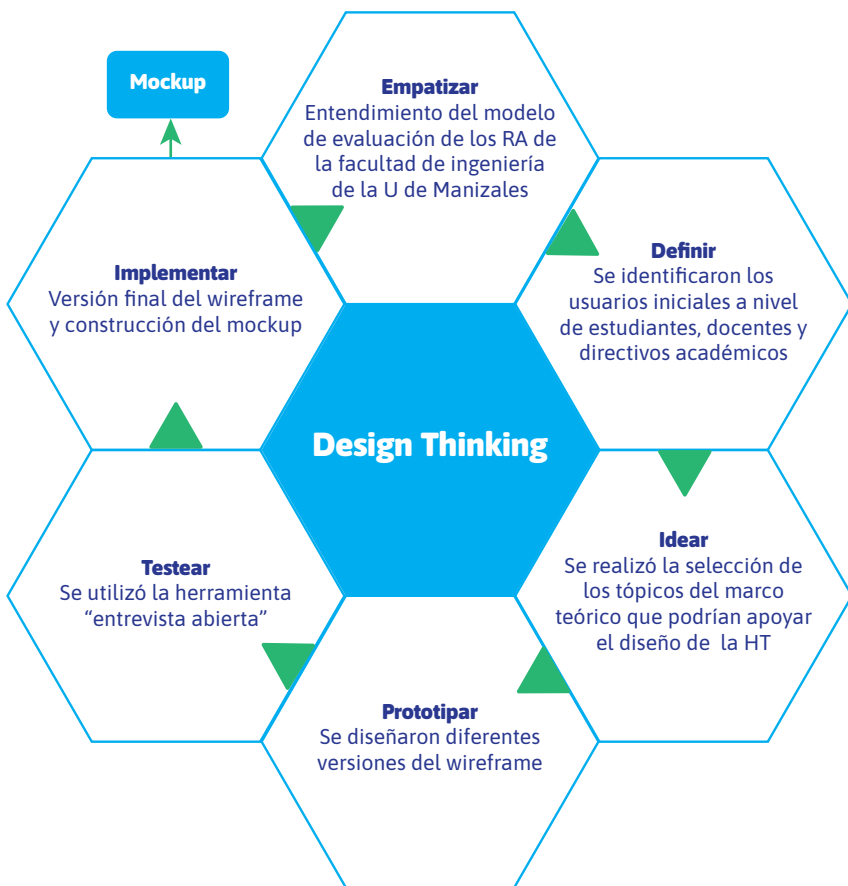
un ejercicio de aplicación del modelo en dos temas de aprendizaje de dos asignaturas.

- **Definir:** Teniendo en cuenta la finalidad de los procesos de seguimiento y evaluación de los RA, como parte de los procesos de consolidación de la calidad y alta calidad de la educación superior, se definieron los usuarios principales así como sus intereses, para el caso se priorizaron los docentes, quienes son los facilitadores del proceso de EA y por tanto del cumplimiento de los RA, los estudiantes, agentes movilizadores y dinamizadores y los directivos académicos como las personas encargadas de tomar decisiones de carácter institucional para asegurar el cumplimiento y mejoramiento de los RA.
- **Idear:** Se analizaron los diferentes referentes del marco teórico y su posible aplicación en la construcción de la herramienta tecnológica.
- **Prototipar:** Se tuvo en cuenta adicional a las necesidades de los usuarios, aspectos como el volumen y la variedad de los datos a trabajar, las tendencias en herramientas educativas utilizadas en los procesos e learning, soportados en la teoría cognitiva del aprendizaje electrónico de Mayer, y finalmente la necesidad de realizar toma de decisiones en el proceso por parte de los usuarios al nivel que cada uno compete, bajo las técnicas de destilado de datos como estrategia para realizar procesos de LA y AA.
- **Testear:** Mediante el método Delphi se seleccionaron 15 expertos y a través de la técnica de entrevista abierta, previa explicación general de la propuesta se compilaron las principales sugerencias de ajuste a la misma. Esta actividad permitió detectar sugerencias de ajustes para el nuevo sprint. Lo anterior permitió contar con la versión final del wireframe aprobado por el director del trabajo.
- **Implementar:** Con el wireframe aprobado se envió para el diseño del mismo a nivel de mockup y sobre él se continuó con la realización del diseño de software.

Gráficamente la metodología del diseño gráfico se puede visualizar en la Ilustración 14.

Ilustración 14

Metodología Design Thinking



Elaboración propia

6.2 DISEÑO DE SOFTWARE

Para el diseño de la herramienta se tiene en cuenta algunos aspectos de la metodología adaptativa basada en Scrum desarrollada por (Hernández et al., 2015) en la cual los autores homologan las etapas tradicionales para el desarrollo de software con la metodología Scrum; los aspectos que se consideran de dicha metodología son:

- **Etapas:** Pre juego, Juego y Postjuego
- **Actividades:**
 - Pre juego: Crear backlog completo y establecer Sprint backlog
 - Juego: Definir y desarrollar el sprint e identificar y aplicar mecanismos de revisión y estándares
 - Postjuego: Actualizar backlog, revisar e inspeccionar y definir el siguiente sprint
- **Rol:** Se establece el Product owner quien para el caso será la investigadora y el Scrum Master ingeniero de apoyo al proyecto
- **Artefacto:** Product backlog y sprint backlog

De igual manera “con el fin de no limitar el desarrollo del Scrum a un ejercicio teórico se incluye en la etapa de juego la realización de un “sprint 0 a fin de determinar la arquitectura en el cual se diseñará la arquitectura que guiará el proyecto”, esto de acuerdo a la propuesta realizada por Mago y Alferez (2011) citado por (Estrada et al., 2021, p.437) y la base de datos del proyecto.

La arquitectura de software a utilizar para la propuesta es la arquitectura orientada a servicios SOA la cual “establece un marco de diseño para la integración de aplicaciones independientes de manera que desde la red pueda accederse a sus funcionalidades, las cuales se ofrecen como servicios. La forma más habitual de implementarla es mediante Servicios Web”(Montejano et al., 2009, p.631).

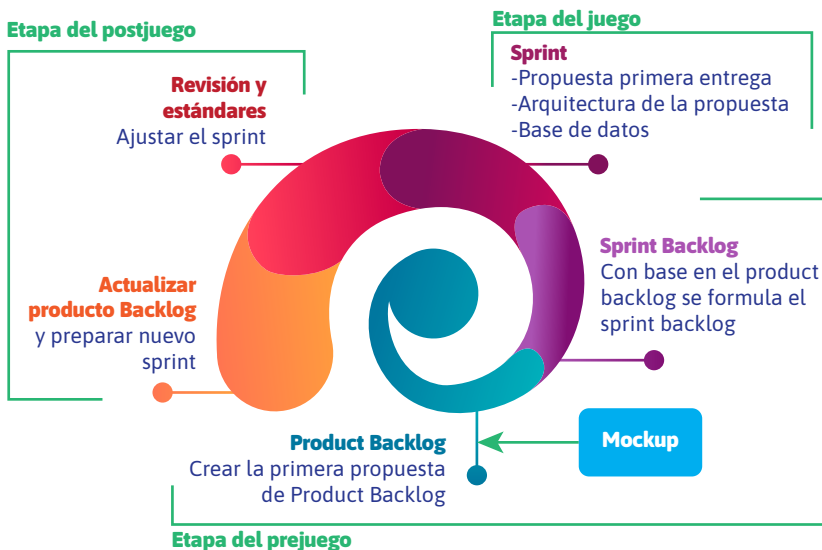
Dado que los servicios son el eje de la arquitectura deben entenderse estos como “una funcionalidad concreta que puede ser descubierta en la red y que describe tanto lo que puede hacer como el modo de interactuar con ella.” (pág. 631) y adicionalmente estos guardaran los siguientes principios: reusables, comparten un contrato formal, están débilmente acoplados, son compuestos, son autónomos, deben ser abstractos, no guardan estado y finalmente deben poder ser descubiertos (Alonso et al., 2018).

En cuanto a la base de datos se utilizará el sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos y de código abierto

La propuesta de diseño de software se puede visualizar en la Ilustración 15

Ilustración 15

Metodología Scrum



Elaboración propia

7. Resultados

El análisis de resultados se realizará de acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

7.1 OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1

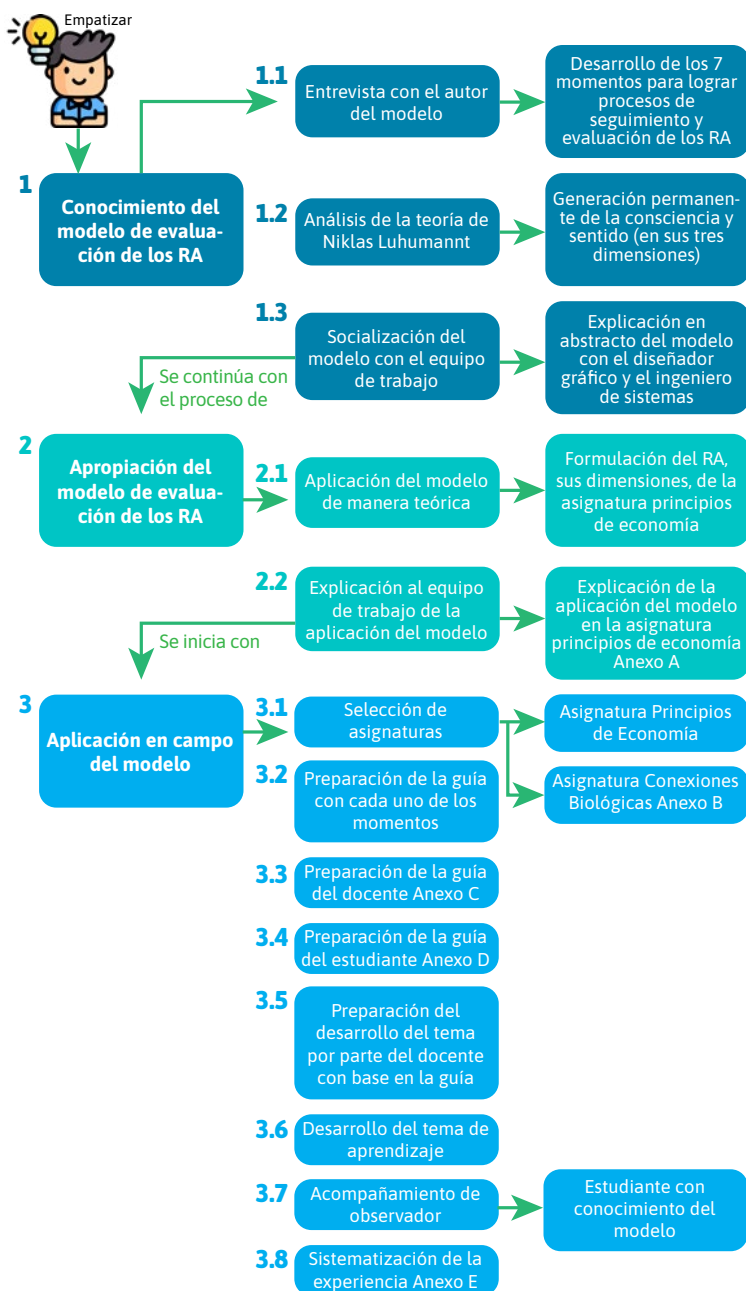
7.1.1 EMPATIZAR

Actividades Desarrolladas

Con el fin de conocer en detalle el funcionamiento del modelo de Evaluación de RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales se realizaron las siguientes actividades:

Ilustración 16

Actividades Desarrolladas en la Fase de Empatizar



Especificaciones de la Actividad de trabajo en campo:

El Modelo de Evaluación de los RA debe ser una política formalmente aprobada por las autoridades internas de las Instituciones dado que la misma demanda la destinación de recursos humanos, técnicos, logísticos y financieros, así como la adopción de una postura conceptual frente al tema; por lo cual previo a su adopción se debe realizar un proceso de consenso y aprestamiento que permita detectar las fortalezas y oportunidades de mejora de la misma, lo cual evitará interpretaciones equivocadas o aplicaciones infructuosas que podrían impedir avanzar de manera eficaz y eficiente en el reto que implica la evaluación de los RA.

Dentro de este orden de ideas y con el ánimo de poder brindar a la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales un aporte documental frente a los procesos de sistematización y analítica de los datos producidos en el desarrollo de la propuesta de Modelo de Evaluación de los RA, se consideró por parte de la investigadora realizar un primer proceso de exploración de la aplicabilidad del modelo en campo en un escenario académico diferente que permitiera identificar a nivel exploratorio los retos y desafíos que el mismo implica y con base en ello formular recomendaciones que puedan permitir a la Facultad, si lo considera, iniciar las fases de aprestamiento y consenso que lleven a la aprobación del mismo por parte del Alma mater.

En coherencia con lo anterior y guardando el principio fundamental del pensamiento de diseño basado en la metodología Design Thinking y en donde la fase de empatizar es estratégica para el diseñador en la medida en que asume el papel de usuario final para lo cual es recomendable realizar un proceso de inmersión que permite “comprender las cosas que hacen y porqué, sus necesidades físicas y emocionales, como conciben el mundo y que es significativo para ellos” (Márquez et al., 2021, p.12); se consideró realizar el proceso de inmersión en un espacio académico con margen de maniobra mayor por parte del investigador.

Para realizar este proceso de inmersión se escogieron dos asignaturas, teniendo en cuenta los siguientes criterios: 1) Que fueran de áreas disciplinares distintas 2) Que fueran de primer y quinto semestre, esto con el fin de probar el modelo con estudiantes que inician su proceso educativo y estudios de semestres más avanzados. Las asignaturas presentan las siguientes características:

Cuadro 3

Características Asignaturas Elegidas

Asignatura	Área Disciplinar	Programa	Semestre
Principios de Economía	Administrativa	Técnico en	I
		Procesos Empresariales	
Colecciones Biológicas	Ingeniería	Tecnología en	V
		Manejo de	
		Sistemas de Agro bosque	

Elaboración propia

- Para la preparación de la Guía para cada asignatura se tomaron los RA ya formuladas y se definieron las dimensiones objetiva, temporal y social de los mismos, así como los pre saberes de las mismas, Ver anexos A y B.
- Con base en las guías generales de las asignaturas se preparó la Guía del docente, Ver anexo C, y la Guía del Estudiante, Ver Anexo D
- El criterio para incluir un observador tuvo como fin poder contrarrestar las diferentes calificaciones y apreciaciones de los docentes y los estudiantes con las realizadas por el observador y de este modo neutralizar las posibles subjetividades de los primeros. Para la figura del observador se escogió un estudiante con entrenamiento en el manejo del modelo; dado que es el estudiante el actor educativo hacia el cual están orientados todos los esfuerzos para mantener y mejorar los RA.
- El ejercicio del pilotaje del modelo de evaluación de los RA se realizó con 11 estudiantes, 5 estudiantes de la asignatura Principios de Economía y 6 estudiantes de la asignatura Colecciones Botánica, dichos estudiantes fueron escogidos de manera aleatoria por el docente.

Especificación del Proceso de Sistematización de la Información del Ejercicio

En esta fase final del ejercicio se desarrollaron las actividades contempladas en la Ilustración 17

Ilustración 17

Sistematización de la Información del Ejercicio en Campo del Modelo

Sistematización de la información

Aplicación en campo del modelo

1

Se crearon unas fichas generales en hoja Excel para el registro de la información generada por el estudiante y por el docente, de acuerdo a la guía elaborada de manera previa. De igual manera se creó ficha de registro en términos de los actores educativos para ser diligenciada por el observador.

2

Diligenciamiento de la guía de manera individual por cada uno de los estudiantes. Esta guía fue entregada al inicio de la clase previo una explicación de la misma, posteriormente en el desarrollo del tema se fue registrando por parte del estudiante la información para cada uno de los momentos.

3

Diligenciamiento de la información y de los procesos de retroalimentación que realiza el docente a cada uno de los estudiantes en el formato realizado en Excel.

4

Sistematización en los formatos creados en Excel para cada uno de los actores educativos (estudiantes y docentes) así como el registro de la información del observador.

5

Creación de fichas individuales por estudiante en donde se registra la información generada por el estudiante y la retroalimentación dada por el docente frente al desempeño de los estudiantes en cada uno de los momentos.

Elaboración propia

Se realizó la sistematización de la información en Excel en las asignaturas en las cuales se aplicó el ejercicio en campo, Ver Anexo E y se puede evidenciar en los siguientes links:

Asignatura de Principios de Economía:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mdk3apW0IjCyqA3B1I3J-rocfVc_EBV3/edit#gid=1916109707

Asignatura Colecciones Biológicas:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1OzESa_whSu3GFHLPB0dJrBbRx13e1jGk/edit#gid=1924320255

Con base en esta información se elaboraron ficha por estudiante, ver cuadro 4, ficha de retroalimentación del docente frente al estudiante ver cuadro 5 y ficha del observador, ver cuadro 6.

Cuadro 4

Ejemplo Ficha Tipo Información Estudiante 1

N°	Especificidad del Momento del Modelo	Información Dada por el Estudiante
1	Emoción	Alegre
2	Pregunta 1	Aprender a realizar colecciones biológicas como su conservación, almacenamiento y manejo
	Pregunta 2	Sirve para tener un buen desarrollo laboral, para trabajar adecuadamente y hacer un buen uso de nuestro aprendizaje.
3	Pre saberes	Botánica: Porque nos ayuda a conocer las especies y sus características, Inventarios: Nos permite entender algunas características y la historia. Dendrología: Esto nos permite ver y reconocer características de los árboles.
4	Ajustes Pre saberes	Porque esto nos ayuda a ser unos excelentes profesionales que saben lo que hacen y lo aplican correctamente.
5	Desarrollo Tema de Aprendizaje	¿Cuáles son las etapas para los procesos de preservación de ejemplares con fines de Colecciones Biológicas? Recepción, Preparado, Almacenamiento, Preservación y Manejo
		Describe el paso a paso de cómo realizar el etiquetado de ejemplares botánicos. 1) Las dimensiones correctas, 2) Tener información de cada muestra, 3) Pegar en los envases, carpetas o bolsas ziplop. ¿Para qué sirve este tema en el cumplimiento del RA? Sirve para brindar conocimiento a otras personas
6	Emoción frente al tema de aprendizaje	Alegre
7	Explique en sus propias palabras cuáles fueron los logros obtenidos	Aprender a etiquetar, características de muestras, reconocer muestras por características especiales.
	La retroalimentación realizada por el docente le permitió cumplir el RA	Si lo permitió gracias a su buena explicación.
	Observación	Me pareció excelente porque nos permitió evaluar el conocimiento.

Elaboración propia

Cuadro 5

Ejemplo Ficha Tipo de Retroalimentación del Docente para el Estudiante

N°	Especificidad del Momento del Modelo	Información Dada por el Estudiante
1	Emoción	Alegre
2	De acuerdo a la emoción manifestada y las respuestas dadas por el estudiante qué medidas tomaría para mejorar la comprensión y el cumplimiento del RA	Presenta claridad en el RA, sin embargo, es importante considerar los temas normativos y legales que implica el manejo de las CB. De igual manera el RA le permitirá desarrollar actividades de investigación y/o trabajar en entidades ambientales del país
3	Pre saberes	Es importante considerar que las asignaturas de dendrología y producción vegetal también son importantes para el logro del RA de CB por cuanto la primera permitió adquirir los conocimientos y destrezas para la recolección de muestras botánicas y la segunda por cuanto permitió identificar el proceso especie para la reproducción y la conservación
4	Ajustes Pre saberes	
5	Desarrollo Tema de Aprendizaje	Con respecto a la importancia del tema para el cumplimiento del RA sobre colecciones biológicas, el conocimiento de cuidado, almacenamiento y manejo es clave para los trabajos de curatoría
6	Emoción del tema de aprendizaje	Alegre
7	Retroalimentación docente frente al tema de aprendizaje	Se debe reforzar el conocimiento de la normatividad
7	La retroalimentación realizada por el docente frente al cumplimiento del RA	La estudiante mostró interés por el curso, no toma apuntes, solo realiza grabación. Alcanzó los RA. Calificación 3,8
	Observación General del Ejercicio	La preparación del tema bajo el modelo exigió una mayor planeación. Fue bastante interesante y productivo el ejercicio. El apoyo logístico para la sistematización de la información del estudiante fue bastante importante. EL proceso de seguimiento y evaluación con base en la información producida por el estudiante previo la sistematización de la información tomo alrededor de 5 minutos por estudiante, esto lleva a pensar que se requiere una mayor dedicación de tiempo para los procesos de evaluación

Elaboración propia

Cuadro 6

Ejemplo Ficha Tipo Registro Información del Observador

Observación frente a los Actores Educativos	Concepto
<p>Docente</p>	<p>El docente inicia la clase, menciona a los estudiantes que el taller programado para el día de hoy inicia desde el momento en que toman el transporte para llegar a clase, esta actividad tendrá una duración aproximada de 8 horas. Explica la importancia de las Colecciones biológicas y los dos temas centrales que lo componen.</p> <p>Los estudiantes desde el inicio de la clase se muestran participativos, responden adecuadamente a las preguntas planteadas por el docente; en general se evidencia interés y una emoción positiva en los temas tratados.</p> <p>Pregunta central ¿por qué son importantes las colecciones biológicas? Al preguntar sobre las asignaturas ya vistas en su formación académica que tiene relación con las colecciones biológicas se mencionan las siguientes:</p> <p>Dendrología, producción vegetal, botánica, inventarios de fauna y flora.</p> <p>En los temas de normatividad y manejo de las colecciones biológicas (XILOTECAS), el docente permite que los estudiantes hagan lectura en voz alta de la información presentada en pantalla. En ella se mencionan las entidades (Ministerios) e instituciones que la regulan y controlan, el criterio normativo y el criterio técnico para la construcción y manejo de las Colecciones Biológicas.</p> <p>Se percibe que el docente se preocupa por que sus estudiantes entiendan el sentido de los temas, para ello, generalmente formula preguntas que en algunos casos es específico para un estudiante, que luego es complementado y retroalimentado por el docente y los demás compañeros.</p>
<p>Estudiante</p>	<p>Aunque son pocas sus intervenciones en clase, se percibe que entienden los temas, es un estudiante que participa, muestra interés y actitud positiva en la clase, el docente dirige algunas preguntas específicas para el estudiante y aunque se le dificulta explicar algunos temas los otros compañeros los apoyan y lo complementan y ayudan al docente a retroalimentarlos.</p>

Elaboración propia

Conclusiones generales de la Aplicación del Modelo en Campo:

- Los estudiantes consideraron muy importante el ejercicio, dado que de acuerdo a su opinión se evidenció la preocupación del docente por el logro del RA.
- Se detectó la necesidad de realizar procesos de sensibilización previos a estudiantes para entender de mejor manera el sentido del modelo y sus diferentes momentos metodológicos, dado que en algunas situaciones se presentó confusión en el momento de respuesta a las preguntas que se generan en los momentos 3 y 4 relacionados con los pre saberes y la verificación de los mismos.
- Se determinó la necesidad de establecer un proceso de acompañamiento al docente para el conocimiento del modelo y para apoyarlo en la identificación de las dimensiones del sentido del RA, lo cual en primera instancia implica dedicar mayor tiempo del docente para los procesos de planeación microcurricular
- Se identificó la necesidad de apoyar al docente en la sistematización de la información de la evaluación de los RA, así como dedicar mayor tiempo para los procesos de retroalimentación.
- Se identificaron de manera clara los tipos de datos que se producen en el ejercicio (en su mayoría datos no estructurados) lo cual permitió definir los procesos y alcance de la analítica de datos posible a realizar.
- Se definió la importancia de generar estrategias de almacenamiento digital de toda la información que se produce en el desarrollo del ejercicio.

7.1.2 DEFINIR

Teniendo en cuenta que el cliente principal del modelo lo constituyen la comunidad académica de las Instituciones de Educación Superior del país se definieron los actores considerados para procesos de medición directa de los RA, según (Ghosh, 2019). Para el caso se partió de la definición de Socios de Valor establecida en los sistemas de gestión de calidad, tanto los socios internos (es decir los funcionarios docentes, administrativos y directivos) así como los socios externos; identificando para cada uno de ellos sus necesidades y expectativas, ver Cuadro 7

Cuadro 7

Necesidades y Expectativas de los Socios de Valor en los Procesos de Evaluación de los RA

Socio de valor	Necesidad	¿Cómo se cumple?	Expectativa	¿Cómo se supera?
Estudiantes	Desarrollar procesos de aprendizaje	Aplicando las estrategias planteadas por el docente	Acompañamiento del docente	Agendado con tiempo los requerimientos de apoyo
	Lograr los resultados de aprendizaje esperados	Cumpliendo las metas establecidas para la asignatura	Crecimiento personal y profesional	Eficiencia en el aprovechamiento de los tiempos del trabajo autónomo
	Recibir retroalimentación a tiempo sobre el avance en su proceso de EA	Analizando la información consignada por el docente frente a los trabajos realizados	Información clara por parte del docente sobre la calidad de los productos entregados	Establecimiento de criterios para evaluar los productos
	Implementar acciones de mejora para obtener los RA esperados	Desarrollando estrategias para superar las falencias detectadas	Tener acceso a herramientas metodológicas de aprendizaje que sean efectivas para el proceso de EA	Realizando seguimiento a las estrategias
	Sentirse motivado para lograr los RA esperados	Conociendo la importancia del RA en su vida profesional	Niveles de logro alto de los RA	Realizando procesos de autoevaluación permanente
	Desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje con calidad	Realizando procesos de actualización metodológica y pedagógica	Procesos de enseñanza-aprendizaje innovadores	Incorporando las nuevas tendencias educativas
	Realizar procesos de evaluación de los RA	Definiendo los criterios y las herramientas para realizarla	Evaluación en proceso y sumativa	Realizando evaluación en el proceso y al finalizar
Docentes	Motivar los procesos de EA en los estudiantes	Demostrando emociones positivas en los procesos de EA	Demostrar la pertinencia del proceso de EA	Desarrollando estrategias de EA que evidencien la aplicación de lo aprendido
	Realizar procesos de planeación micro curricular alineados al logro de los RA	Planeando las estrategias de enseñanza-aprendizaje acordes a los RA esperados	Cumplimiento alto del proceso de planeación curricular	Realizando seguimiento a los procesos de planeación micro curricular
	Diseñar instrumentos y medios de evaluación y sus métricas	Aplicando instrumentos y medios de evaluación claros y acordes con los RA	Instrumentos y medios de evaluación que trascienden lo disciplinar	Realizando seguimiento a la pertinencia de los instrumentos y medios implementados para la evaluación de los RA

Socio de valor	Necesidad	¿Cómo se cumple?	Expectativa	¿Cómo se supera?
Decanos y/o Vicerrectores académicos	Evidenciar el cumplimiento de los RA esperados por parte de los estudiantes	Informes consolidados de cumplimiento de los RA	Niveles de logro alto de los RA de los estudiantes	Estrategias para el mejoramiento de los diferentes factores que apoyan el cumplimiento de los RA
	Apoyar el cumplimiento de los RA esperados por parte de los estudiantes	Informes consolidados de los factores que influyen en el cumplimiento de los RA	Suministro oportuno de los recursos necesarios para lograr los RA esperados	Planeación de los recursos logísticos, técnicos y financieros requeridos para el logro de los RA
Graduados	Demostrar el cumplimiento de los RA adquiridos	Ubicándose laboralmente y contextualizando con la realidad de su territorio	Tiempo corto en el proceso de búsqueda de empleo o creación de un emprendimiento en beneficio del territorio	Orientación de la IES para la ubicación laboral o la realización del emprendimiento en beneficio del territorio
	Evidenciar la calidad de sus estudiantes y egresados	Informes consolidados de cumplimiento de los RA	Niveles de logro alto de los RA de los estudiantes	Seguimiento a los diferentes factores que apoyan el cumplimiento de los RA
Sector productivo	Contar con la mano de obra requerida para el desarrollo empresarial y territorial	Profesionales competentes	Contar con profesionales íntegros	Retroalimentando a la IES frente a las necesidades de mejora de los profesionales y/o generaciones de nuevas ideas y/o tendencias para los emprendimientos

Elaboración propia

Con base en esta identificación, la definición de los RA y el modelo de evaluación de los RA, se priorizaron inicialmente como usuarios principales los estudiantes, los docentes y los directivos académicos y de manera posterior abordar otros socios de valor.

7.1.3 IDEAR

Teniendo en cuenta las diferentes posturas analizadas en el marco teórico del presente trabajo relacionadas con: a) los resultados de aprendizaje, b) la evaluación de los RA y c) los procesos de analítica de datos; así como las necesidades y expectativas de los socios de valor se explora la incorporación de varios de estos elementos teóricos en la

realización de la herramienta tecnológica identificando para cada una de ellas los beneficios, alcances y los posibles aspectos a tener en cuenta en la herramienta tecnológica Ver Cuadro 8

Cuadro 8

Análisis de las Propuestas Teóricas a tener en cuenta en la Herramienta Tecnológica

Aportaciones teóricas a considerar	Beneficios	Alcances	Apoyos a tener en cuenta en la Herramienta Tecnológica
Modelo Cognitivo afectivo del aprendizaje electrónico de Meyer	El modelo enfatiza la importancia que ejercen las emociones del docente en el proceso de EA	Para detectar las emociones del docente se hace uso del video como herramienta de apoyo	Tan importante es detectar las emociones del docente como las de los estudiantes, por tanto, la herramienta debe permitir identificarlas en ambos socios de valor
Principio Multimedial	Considera el video acompañado del texto como estrategia que promueve un mejor cumplimiento de los RA	Esta combinación es considerada para ser usada por el docente en el proceso de enseñanza	Esta estrategia puede ser utilizada también por parte del estudiante con el fin de generar el desarrollo de la competencia blanda de Comunicación asertiva, así como apoyo a la generación de una mayor conciencia del RA
Procesos de Evaluación de los RA	La evaluación como parte de los procesos curriculares, métodos de evaluación, momentos de la evaluación, clases de evaluación	Evaluación del docente y evaluación del estudiante, evaluación como proceso, la evaluación directa por medio del estudiante	La evaluación es entendida como un proceso permanente que genera procesos de retroalimentación para su cumplimiento. De igual manera como acudiendo a los principios matemáticos de la función compuesta el resultado de los RA de las asignaturas permite medir el cumplimiento de los RA del programa y estos a su vez de la Institución
Análitica de Datos	La analítica considera como el conjunto de actividades que permite realizar los procesos de captura, recolección, almacenamiento y procesamiento de los datos con el fin de poder describir (analítica descriptiva) diagnosticar (analítica diagnóstica), predecir (analítica predictiva) y/o prescribir (analítica prescriptiva) situaciones que se presentan o se podrían presentar y que permiten a los diferentes miembros de una empresa tomar decisiones basadas en datos.	La analítica educativa como una rama de la analítica la cual ha permitido el surgimiento de técnicas de minería de datos propios de la educación	La aplicación del learning analytics, centrado en el mejoramiento del proceso del estudiante y la analítica académica para los procesos de toma de decisiones a nivel general utilizando técnicas de minería de datos educativos específicamente el destilado de datos

7.1.4 PROTOTIPAR

La ingeniería de software ha venido complejizando su desarrollo, en la medida en que todos los días se demandan por parte de los diferentes sectores económicos artefactos más especializados y diversos que exigen la realización de prototipos como punto de partida para los procesos de entendimiento con los clientes, dentro de este orden de ideas “un prototipo de software se refiere a una versión no terminada o completa que implementa algunas características de un producto, y que sirve como evaluación y retroalimentación para corregir o añadir nuevas funciones a la aplicación, con el objetivo de perfeccionar detalles a de fin de lograr un mejor resultado final” (Diaz & Florez,2020 citado por Carbo-velez et al., 2021 p.1523)

De otro lado los altos costos y el tiempo que demanda la construcción e implementación de herramientas tecnológicas no se ven compensados en el momento en que el usuario final hace uso de ella y no encuentra respuesta a muchas de las situaciones que originaron el planteamiento de la solución, o puede presentarse que el manejo de la herramienta sea bastante complejo.

Es así como los prototipos se convierten en una primera herramienta metodológica para iniciar los procesos de desarrollo de software, encontrándose procesos de diseño de prototipos a nivel experimental, exploratorio y evolucionado, principalmente

Para el caso de la evaluación de los RA el diseño de la herramienta tecnológica para este fin se convierte en una propuesta exploratoria, entendiéndose por prototipo exploratorio como “Aquellos que se realizan principalmente para obtener o clarificar requisitos de los usuarios. Ayudan a los desarrolladores a obtener una perspectiva de las tareas y problemas de los usuarios, y a cristalizar las percepciones confusas del usuario y de las necesidades en los requisitos para un sistema inicial” (Salazar, 2012, p. 6).

Dentro de los diferentes tipos de prototipos a desarrollar se encuentran prototipos de alta y baja tecnología, cada uno de ellos con especificidades y requerimientos complementarios; para el caso se hará uso de prototipos de alta tecnología para lo cual se utilizará la aplicación específica del Mockup y el Wireframe, entendiéndose por ellos como “una maqueta gráfica o boceto preliminar de cómo sería el software que estamos diseñando, algunas de estas herramientas también sirven para realizar Wireframing; una ilustración visual de una página web, donde se pretenden mostrar todos los elementos que la conforman sin definir la apariencia o diseño gráfico” (p.13)

Con base en estos lineamientos se diseñan diferentes versiones de wireframe, las cuales son revisadas por el equipo de trabajo; tomando la decisión de iniciar el testeo de la propuesta con la versión 4.1, Ilustración 18, Ver Anexo F, y de igual manera se puede acceder a él en el siguiente link

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1zMlm7Z9xBx5nya6CFRRnj6a4cVwry5X>

Ilustración 18

Wireframes



Elaboración propia

7.1.4.1 DETALLE DE LAS PANTALLAS POR USUARIO

Usuario Estudiante

- Cuenta con 8 pantallas de las cuales 2 son pantallas derivadas y 7 pestañas principales así: Inicio, dimensiones y preguntas, pre saberes, temas de aprendizaje, seguimiento y calificación.
- Pantalla Inicial en donde el estudiante selecciona la asignatura
- En la pantalla 2 donde el estudiante visualiza el nombre de la asignatura el semestre, el área de formación y el resultado de aprendizaje esperado
- En la pantalla 3 donde el estudiante visualiza el video que le envía el docente en donde le explica el sentido del RA y texto en donde se establecen las tres dimensiones del sentido.
- En la pantalla 4 en donde el estudiante graba un pequeño video con la respuesta a las dos preguntas formuladas y de igual manera escribe el texto con las respuestas. Estas dos situaciones con el fin de que el estudiante sea consciente de lo que escribe y lo que expresa en

palabras y de igual manera para que el estudiante pueda detectar la emoción del estudiante.

- En la pantalla 5 el estudiante selecciona de la malla curricular los pre saberes que consideran apoyan y/o están relacionados con el RA y esto lo explica mediante un pequeño video y texto
- En la pantalla 6 el estudiante reconoce cuales pre saberes son los que le apoyan el cumplimiento del RA y nuevamente graba un pequeño video y escribe un pequeño texto frente a los resultados obtenidos.
- En la pantalla 7 el estudiante va abordando cada una de los temas que comprende la asignatura, pero previo al terminar cada tema debe responder dos preguntas en texto y video si no realiza esta actividad no puede continuar al tema siguiente y por tanto no pasar a la última pantalla, es así como en esta pantalla se generan dos pantallas auxiliares informando que no puede avanzar hasta tanto no grabe el video y no responda las preguntas.
- Pantalla 8: En donde puede ver su calificación final y su retroalimentación, así como expresar sus emociones frente a la misma.

Usuario Docente

Cuenta con 10 pantallas y 7 pestañas principales así: Inicio, dimensiones, preguntas, pre saberes, temas de aprendizaje, seguimiento y analítica

- En la pantalla 1 se encuentra el nombre y apellido del docente en donde podrá seleccionar el programa y la asignatura
- En la pantalla 2 el docente selecciona el programa, la asignatura, el semestre y podrá escribir el RA esperado de la Asignatura
- En la pantalla 3 el docente ingresa las 3 dimensiones del sentido del RA y graba el video corto explicando el RA y sus dimensiones
- En la pantalla 4 el docente ingresa 2 preguntas para enviar al estudiante y corroborar si el estudiante entiende el RA y su sentido
- En la pantalla 5 y 6 el docente selecciona los pre saberes que contribuyen al RA y envía la pregunta al estudiante de cómo estos pre saberes apoyan el RA
- En la pantalla 7 el docente envía selecciona el tema de aprendizaje que abordará y envía al estudiante las preguntas sobre el tema de aprendizaje y como aporta este tema al cumplimiento del RA.

- En la pantalla 8 es la pantalla en donde el docente hace el seguimiento a cada uno de los estudiantes de cada una de los temas por medio del video y del texto que envía el estudiante para cada una de las preguntas que le envía el docente y de igual manera el docente puede ver las emociones de los estudiantes en cada una de los temas, así como la retroalimentación final frente al resultado de aprendizaje obtenido.
- En la pantalla 9 el docente puede visualizar la analítica descriptiva a nivel de destilado de datos que se genera de acuerdo a los filtros de programa, año, período y semestre y en donde puede visualizar nube de palabras como herramienta para analítica de texto en el cual puede evidenciar a nivel de palabras si las mismas presentan correspondencia con lo contemplado en el RA esperado, a nivel de emociones en cuales han sido las emociones predominantes en el grupo y a nivel de cumplimiento cuantitativo del RA, de igual manera podría realizar comparativos entre los resultados cuantitativos obtenidos y su relación con las emociones. Toda esta información la puede visualizar en el dash board que él va seleccionando de acuerdo a los filtros que realice e igualmente puede descargar o exportar los informes seleccionados en archivo Cvs o Excel según corresponda para profundizar en otro tipo de analíticas.

Usuario Decano o Directivo Docente

- Cuenta con una pantalla y una pestaña denominada analítica
- En la pantalla de analítica puede aplicar los filtros de acuerdo a la información agregada que requiere a nivel de docente, programa, período, semestre, año; en cada uno de las opciones de analítica como lo son nube de palabras, emociones, rendimiento, relaciones, principalmente; de igual manera puede descargar la información en archivo Excel o Cvs según corresponda

7.1.4.2 ELEMENTOS TEÓRICOS ABORDADOS EN LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA

Teniendo en cuenta los momentos de evaluación de los RA de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales validados en la fase de empatizar, las necesidades y expectativas de los socios de valor, identificados en la fase de definir y los elementos del marco teórico definidos en la fase del idear a continuación se precisa en el Cuadro 9 por pantalla y por usuario los temas antes mencionados y se puede ver en el siguiente link:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1CUgsmgBkD6LQUOtX2kNBgQT7mM_Dzdt0/edit#gid=2076344833

Cuadro 9

Elementos teóricos abordados en la Herramienta Tecnológica de acuerdo al Modelo de Evaluación de los RA

Especificación de los momentos del modelo de evaluación de los RA en la herramienta tecnológica y la utilización de los datos que se generan para procesos de analítica					
N°	Pestañas	Momento del modelo	Usuario/herramienta		
			Docente		Estudiante
			Texto	Vídeo	Vídeo
1	Inicio	Momento 1	Al ingresar el RA es consciente de lo que va a enseñar		Al leer el RA es consciente de lo que va a aprender
2	Dimensiones	Momento 2	El especificar las dimensiones objetiva, temporal y social de sentido del RA le permite generar mayor conciencia sobre lo que se va a enseñar	Al grabar la explicación del RA con sus dimensiones le permite apoyar los procesos de motivación del estudiante al tener la oportunidad de expresar emociones positivas frente al mismo	Al ver el vídeo le permite al estudiante percibir la emoción del docente frente a la explicación del RA y sus dimensiones
3	Preguntas	Momento 2	Al generar preguntas de control le permite conocer si el estudiante es consciente de lo que va a aprender, que implica y para que le sirve		Al escribir en texto corto lo que es el RA y para qué sirve en su vida profesional le permite dar un mayor significado a su proceso de aprendizaje y generar a su vez capacidad de síntesis
4	Pre saberes	Momento 3 y 4	Teniendo en cuenta el meso currículo y la integridad del mismo se genera la relación entre el RA que se está enseñando y los saberes y habilidades adquiridos con anterioridad y que contribuyen a un mejor cumplimiento del RA de la asignatura que se está desarrollando por parte del estudiante		El seleccionar de su plan de estudios las asignaturas que consideran apoyan el cumplimiento del RA y explicar en un texto corto el por qué le permiten generar conexiones e integración con temas ya vistos anteriormente. Posteriormente al visibilizar si seleccionó adecuadamente los presaberes y cuales le hicieron falta o cuales seleccionó incorrectamente le permiten generar una mayor conciencia frente al RA que va adquirir y por tanto darle un mayor significado al mismo
5	Temas de aprendizaje	Momento 5	En el desarrollo micro curricular cada tema tiene una razón de ser para el cumplimiento del RA, por tanto es importante generar conciencia de la importancia y el aporte de cada tema para el cumplimiento del RA		Cada tema dentro de la asignatura tiene una razón de ser para el cumplimiento del RA, por tanto es importante tener conciencia de la importancia y el aporte de cada tema para el cumplimiento del RA
6	Seguimiento	Momento 6	El docente al revisar los textos y vídeos que le envía el estudiante en cada uno de los momentos puede realizar una retroalimentación para modificar o reforzar la emoción del estudiante y a su vez realizar sugerencias para mejorar el entendimiento y cumplimiento del RA		El recibir la retroalimentación del docente le permite identificar los aspectos por mejorar e implementar estrategias para lograrlo
7	Calificación	Momento 7	La retroalimentación cualitativa, cuantitativa y de emoción permite identificar los cambios logrados en el proceso de EA		La retroalimentación cualitativa, cuantitativa y de emoción permite identificar el cumplimiento del RA
8	Analítica	Destilado de datos	A partir del texto se genera la nube de palabras para comparar el RA obtenido frente al RA esperado, lo cual permitirá al docente revisar gráficamente el cumplimiento cualitativo del RA. De otro lado la información cuantitativa permite generar las estadísticas descriptivas a nivel de rendimiento	A partir del vídeo se identificarán las emociones de los estudiantes lo cual permitirá realizar estadística descriptiva frente a la emoción predominante y poder realizar comparativos con la información obtenida en la nube de palabras y en los gráficos de rendimiento cuantitativo	A partir del vídeo se generará la nube de palabras para comparar el RA obtenido frente al RA esperado lo cual permitirá revisar gráficamente el cumplimiento cualitativo de los RA del programa y/o de la institución. De otro lado la información cuantitativa permite generar las estadísticas descriptivas a nivel de rendimiento
		Filtros	La generación de filtros le permitirá al docente seleccionar el programa, curso y estudiante para tomar decisiones de mejora o fortalecer sus procesos de enseñanza		La generación de filtros le permitirá seleccionar el docente, el programa, el curso para tomar decisiones de mejora o fortalecer el cumplimiento de los RA, bien sea a nivel de programa y/o institución. De igual manera le permite generar la evidencia del seguimiento, retroalimentación de los RA por parte de la comunidad académica
		Exportar archivos	Guardar información histórica para la utilización posterior en la realización de modelos de analítica diagnóstica, predictiva y/o prescriptiva		Guardar información histórica para la utilización posterior en la realización de modelos de analítica diagnóstica, predictiva y/o prescriptiva

Elaboración propia

Nota: De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada sobre los RA estos han tenido su origen principalmente en la educación e-learning en la cual las herramientas del video y del texto son elementos muy importantes en el proceso de EA y de los RA por lo cual dichas herramientas son utilizadas en la Herramienta Tecnológica

7.1.4.3 ELEMENTOS DEL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

La Herramienta tecnológica considera los principios que contempla el Diseño centrado en el usuario DCU, el cual tiene en cuenta como elemento fundamental la interacción humano computador y en el cual “... el proceso de diseño está dirigido por información recibida de las personas que harán uso del producto a crear, tomando así en cuenta las visiones y percepciones del usuario a medida que se desarrolla el producto de diseño” (Garrett, 2011 citado por de los Ángeles Ferrer-Mavárez et al., 2021, p.498)

Siendo una consecuencia del DCU la usabilidad; concepto que ha desarrollado de manera amplia la Norma técnica ISO 9241-11, en la cual se contemplan los tres atributos principales que ella implica como lo son: “la eficacia es referida al cumplimiento de los objetivos del usuario; la eficiencia a la optimización de los recursos, siendo el tiempo el recurso más importante para el usuario; y finalmente, la satisfacción está asociada al confort y a la existencia de actitudes positivas durante la interacción” (Enriquez & Casas, 2013, citado por Chanchi et al., 2019, p.341)

Para el caso del diseño del prototipo exploratorio de herramienta tecnológica del presente trabajo se tuvieron en cuenta los tres atributos, así: el atributo de eficacia, en la medida en que algunas de las necesidades y expectativas de los usuarios principales de la herramienta se convirtieron en los objetivos del diseño de la herramienta y cada una de las pestañas por usuario (estudiante, docente y directivo académico) de la misma se diseñaron para cumplir con las anteriores, ver Cuadro 10, el atributo de eficiencia específicamente en el tema de optimización de los recursos, ver Cuadro 11 el atributo de satisfacción, por cuanto el usuario centrará su atención en los elementos que son de interés y que le generan valor agregado, ver Cuadro 12.

Cuadro 10

Cumplimiento del Atributo de Eficacia de la Herramienta Tecnológica

Socio de Valor	Necesidad	Expectativa
Estudiante	Lograr los RA esperados	
	Recibir retroalimentación a tiempo sobre el avance en su proceso de EA	Información clara por parte del docente sobre la calidad los productos entregados
	Implementar acciones de mejora para lograr los RA esperados	
	Sentirse motivado para lograr los RA esperados	Niveles de logro alto de los RA
Docente	Realizar procesos de Evaluación de los RA	Evaluación en proceso y sumativa
	Realizar procesos de planeación microcurricular alineados al logro de los RA	
	Motivar los procesos de EA en los estudiantes	
Directivo Académico	Apoyar el cumplimiento de los RA esperados por parte de los estudiantes	
	Evidenciar el cumplimiento de los RA esperados en los estudiantes	Niveles de logro alto de los RA de los estudiantes
IES	Evidenciar la calidad de los estudiantes y graduados.	

Elaboración propia

Cuadro 11

Cumplimiento del Atributo de Eficiencia de la Herramienta Tecnológica

Actividades que demanda el Modelo	Hoja de Cálculo en Excel		Herramienta Tecnológica	
	Posibilidades del Recurso	Limitaciones del Recurso	Posibilidades del Recurso	Limitaciones del Recurso
Conocimiento del sentido del RA	Para el registro de la información el docente puede crear hojas de cálculo por estudiante y archivos consolidados por grupo. Por otro lado, el estudiante también puede generar hoja de cálculo por RA. Se pueden generar informes históricos consolidados.	La generación de informes para los diferentes usuarios requiere una dedicación alta de tiempo. El ingreso y almacenamiento de la información se realiza de manera individual por los usuarios lo cual no garantiza su conservación y disponibilidad oportuna de la misma. La trazabilidad frente a la entrega oportuna de la retroalimentación no es fácil de controlar.	La Herramienta permite crear carpetas por usuarios. Los informes y las estadísticas son generados directamente por la Herramienta sin que haya que dedicar tiempo por parte de los usuarios. La herramienta genera informes a nivel de datos no estructurados y estructurados. El manejo de la información está centralizado por lo cual la disponibilidad y trazabilidad de la misma puede realizarse en tiempo real. El almacenamiento de la información se realiza en la nube y por tanto su accesibilidad y disponibilidad depende solo de los límites de acceso creados por el operador del sistema	Se requiere establecer un sistema de seguridad integral de la información en términos de acceso de usuarios, hackeos de alteración la información, backups periódicos para evitar pérdida de información
Conocimiento de las Dimensiones del Sentido del RA				
Control sobre el conocimiento del RA y sus dimensiones				
Pre saberes				
Aporte de las Temas de aprendizaje al cumplimiento del RA				
Control sobre la conciencia del aporte del Tema de Aprendizaje al RA				
Retroalimentación en proceso y final				
Generación de estadísticas individuales y grupales				

Elaboración propia

Cuadro 12

Cumplimiento del Atributo de Satisfacción de la Herramienta Tecnológica

Socio de Valor	Propiedades Generales	Propiedades específicas
Estudiante	Cada una de los elementos de la pantalla del estudiante y el docente permiten desarrollar los 7 momentos del modelo de evaluación de los RA propuesto por la UM	Las pestañas de la pantalla del estudiante le permiten ir avanzando y entendiendo en qué fase del proceso de EA (enseñanza-aprendizaje) se encuentra y como ha avanzado en el cumplimiento del RA (resultados de aprendizaje)
Docente	La opción de descargar informes históricos y consolidados le permiten al docente y al directivo académico apoyar la realización de analítica diagnóstica y/o predictiva. En la pantalla de analítica habilitada para el docente y el directivo académico; la visualización se realiza en términos de dash board a nivel de business intelligence con filtros que le permiten visualizar la información requerida	Las pestañas de la pantalla del docente le permiten realizar el monitoreo en el avance del proceso de EA y en el cumplimiento de los RA del estudiante y del grupo.
Directivo Académico		La pantalla de analítica se centra en información consolidada y no de detalle con el fin de que centre su atención en el análisis de toma de decisiones del proceso de la evaluación de los RA.

Elaboración propia

De igual manera teniendo en cuenta el estudio realizado por (Chanchi et al., 2019) en el cual se describen los 10 principios heurísticos de Nielsen, para el presente trabajo se tuvieron en cuenta para el diseño de la herramienta las definiciones de cinco de los 10 principios registrados por Nielsen, y a partir de ellas se explicitan a través de qué herramientas se hace evidente en la propuesta, como puede verse en el Cuadro 13

Cuadro 13

Principios de Nielsen

Heurística	Descripción	Especificación en la Herramienta Tecnológica
Lenguaje de los Usuarios	El sistema debe hacer uso de lenguaje escrito y visual que le resulte familiar al usuario (representación del mundo real).	La Herramienta hace uso del video y del texto como elementos para comunicarse entre los usuarios docentes y estudiantes
Prevención de errores	El sistema debe en la medida de lo posible evitar que el usuario cometa errores en las diferentes acciones que ejecute.	En la pantalla del estudiante se generan pantallas auxiliares evitando que no realice las actividades en los temas de aprendizaje
Reconocimiento antes que cancelación	El usuario no debería retener información de una vista a la otra del sistema.	En la pantalla de seguimiento se puede tener el registro de las diferentes actividades que va desarrollando
Flexibilidad y eficacia de uso	El sistema debe posibilitar que las diferentes funciones se adapten a los usuarios novatos y expertos.	La identificación de las pestañas así como la secuencialidad de las mismas permite que cualquier usuario puede ir realizando cada una de las actividades planteadas
Diseño estético y minimalista	El sistema debe presentar de manera prioritaria la información relevante y ocultar la irrelevante.	La herramienta permite visualizar la retroalimentación cualitativa y cuantitativa de avance y cumplimiento de los RA de acuerdo a diferentes niveles de agregación y al tipo de usuario

Adaptación propia de los principios de acuerdo a (Chanchi et al., 2019, p.343)

7.1.5 TESTEAR

Para realizar el testeo de la V4.1 del wireframe se utilizó el método Delphi el cual “es una técnica muy versátil, ya que hace uso de la información que proviene tanto de la experiencia como de los conocimientos de los participantes de un grupo, normalmente compuesto por expertos” (Torrado-fonseca, 2016, p.89) utilizando la estrategia de la entrevista abierta así:

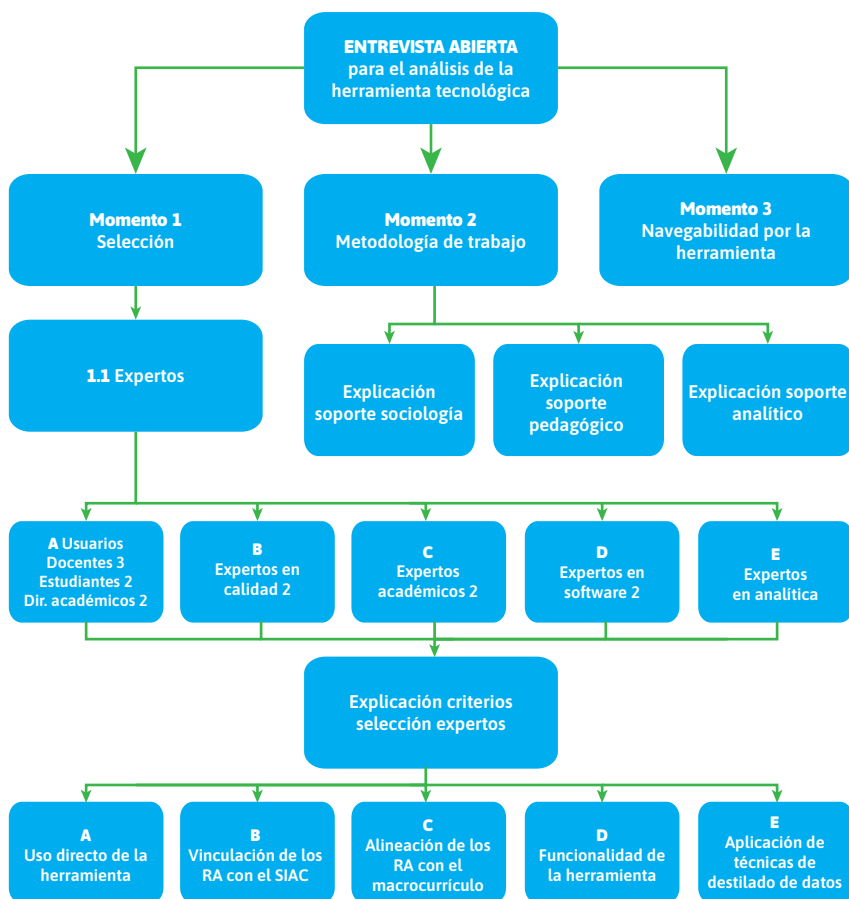
7.1.5.1 ENTREVISTA ABIERTA

La entrevista abierta, fue aplicada a 15 expertos (9 magister, 2 maestrantes, 2 especialistas y 2 estudiantes), muestra valida dentro de la metodología Delphi de acuerdo a (López-Gómez, 2018) según el cual “La revisión llevada a cabo permite concluir que aunque las muestras de expertos son heterogéneas, el panel no suele ser inferior a una decena. Es una cifra que representa un compromiso entre la fiabilidad de los resultados y el mayor costo de tiempo de los expertos (Akins, Tolson y Cole, 2005) (pag.24). cada uno de ellos seleccionados de acuerdo a criterios relacionados con las funcionalidades de la herramienta, la vinculación de la misma con los procesos pedagógicos (presencial, virtual) así como con los procesos de calidad y alta calidad de la Educación Superior Colombiana, los procesos de evaluación y los procesos de analítica. La entrevista se realizó durante un período de 1.5 meses, de manera individual con una duración promedio total de 50 minutos por entrevista, registrando para cada uno nombre, ocupación, formación, fecha de realización de la entrevista y observaciones, información que se puede consultar en el siguiente link: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1LrNq8uM1vL548sFhJ-j-8H0i_pfZPCrh/edit#gid=200663948

La entrevista abordó 3 momentos metodológicos y un momento de recepción de observaciones y sugerencias de ajuste. En la Ilustración 19 se visualiza en detalle el número de cada uno de ellos, los criterios para su selección y los momentos metodológicos de la entrevista

Ilustración 19

Momentos Metodológicos de la Entrevista Abierta



Elaboración propia

De acuerdo a las sugerencias dadas por los expertos, Ver (anexo G) se resaltan las siguientes conclusiones, de acuerdo a la calidad del Experto

Usuarios:

- Estudiantes: Considera muy importante realizar de manera previa un proceso de socialización sobre el modelo.

- Docentes: Para la implementación de la propuesta se deben considerar unos tiempos mayores para los procesos de planeación y evaluación académica, así como analizar estrategias para la grabación de videos

- Directivo Académico: Incluir un usuario independiente para el área de Bienestar con el fin de que a través de la dependencia se generen procesos de acompañamiento, así como lograr procesos de articulación con los actuales procesos de evaluación que han implementado en las IES.

Expertos en Calidad

- Crear un nuevo usuario para proyección social con el fin de generar cursos de refuerzo

- Incluir procesos de autoevaluación y hetero- evaluación

- Visionar de mejor manera la vinculación con el macro y meso currículo

- Incrementar tiempos para los procesos de planeación y seguimiento por parte del docente.

Expertos Académicos

- Procesos de socialización e inducción a los usuarios de la plataforma

- Mayor dedicación de tiempo del docente para procesos de planeación y evaluación

- Creación del Usuario de Bienestar.

Expertos en Software

- Incluir técnicas de Machine Learning para el tema de análisis de sentimiento

Expertos en Datos

- Incluir técnicas de Machine learning

-Analizar los costos y el tema legal en lo relacionado con el uso de videos

7.1.6 IMPLEMENTAR

Con base en la versión del wireframe 4.1 se realiza la elaboración del mockup con el cual se iniciará el proceso de diseño de software la herramienta tecnológica.

El mockup se puede ver en la Ilustración N° 20 y Ver Anexo H, así como en el link

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1zMlm7Z9xBAx5nya6CFRRnj6a4cVwry5X>

Ilustración 20

Mockup



Elaboración propia

7.2 OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2

Teniendo en cuenta que Scrum es una metodología ágil para el desarrollo de software y que las mismas se basan principalmente en el entendimiento de las necesidades de los usuarios y/o clientes; surge la figura del Product Owner como aquella persona encargada de ser “la voz principal del cliente, quien asume la responsabilidad por su construcción y por maximizar el valor de negocio” (Estayno & Meles, 2014, p.2) y por tanto el responsable de presentar la propuesta de dos de los principales artefactos de la metodología como lo son el Product Backlog y el Sprint Backlog entendiendo el primero como “la lista de características que se espera tenga el producto de software” (p,3) y el segundo como “lista de elementos, tomada de la parte superior del product Backlog, que contiene la porción de características que el equipo acordó que puede construir durante una iteración” (p,3) se presenta a continuación el desarrollo de ambos artefactos.

7.2.1 PRODUCT BACKLOG

Considerando que a través de este artefacto se listan los requerimientos y que estos deben ser priorizados para llevar a cabo el proceso de desarrollo de software, es importante considerar que dentro de las interpretaciones que existen sobre los propósitos de priorizar se encuentra la de definición de un orden secuencial de los requerimientos el cual incluye el establecimiento de un “orden de implementación en el producto software, lo que puede implicar un desarrollo de software por fases con productos parciales entregables” (Hadad et al., 2014, p.7); siendo este el enfoque asumido para la propuesta que se desarrolla el presente trabajo así como las técnicas de asignación numérica y “priorización sobre conjuntos de elementos agrupados” (p.4).

Para ello se partió de las pestañas definidas en el mockup, a través de las cuales se implementa el modelo de evaluación de los RA, como los conjuntos de elementos agrupados; así como la secuencialidad de las pestañas y las actividades internas que se desarrollan en las pestañas para la asignación numérica. Es de anotar que este artefacto fue revisado por el Scrum Master del equipo de trabajo para su validación. El product backlog general se puede visualizar en la Ilustración 21 y el detallado en el Cuadro 14.

Ilustración 21

Product Backlog



Elaboración propia

Cuadro 14

Product Backlog

PROPUESTA PRODUCT BACKLOG				
Módulo		Funcionalidad		Prioridad
N°	Nombre	N°	Nombre	
0	Logo HT	1	Generar logo de la Herramienta	0.1
0	Ingreso	2	Loguearse	0.2
1	Inicio	3	Seleccionar Programa	1.1
		4	Seleccionar Asignatura	1.2
		5	Ingresar RA esperado	1.3
		6	Visualizar RA esperado para la asignatura	1.4
2	Dimensiones	7	Ingresar las Dimensiones	2.1
		8	Grabar Video y subirlo	2.2
		9	Visualizar las dimensiones del RA	2.3
		10	Visualizar el video enviado por el docente	2.4
		11	Identificar la emoción del docente	2.5
3	Preguntas	12	Ingresar preguntas y las envía	3.1
		13	Visualizar las preguntas	3.2
		14	Grabar Videos y subirlo	3.3
		15	Responder preguntas y enviarlas	3.4
		16	Visualizar las respuestas del estudiante	3.5
		17	Identifica la emoción del estudiante	3.6
4	Presaberes	18	Elegir malla curricular del programa	4.1
		19	Seleccionar asignaturas de la malla	4.2
		20	Marcar asignaturas	4.3
		21	Ingresar preguntas y enviarlas	4.4
		22	Visualizar preguntas	4.5
		23	Grabar Video y subirlo	4.6
		24	Responder preguntas y enviarlas	4.7
		25	Visualizar las respuestas del estudiante	4.8
		26	Verificar presaberes	4.9
		27	Ingresar preguntas y enviarlas	4.1
28	Visualizar preguntas	4.11		
29	Grabar Video y subirlo	4.12		
30	Responder preguntas y enviarlas	4.13		
31	Visualizar respuestas del estudiante	4.14		
32	Identificar la emoción del estudiante	4.15		

5 Temas de Aprendizaje	33	Seleccionar tema de aprendizaje	5.1
	34	Ingresar preguntas y enviarlas	5.2
		Visualizar preguntas del docente	5.3
	35	Grabar video y subirlo	5.4
	36	Responder preguntas y enviarlas	5.5
	37	Visualizar respuestas del estudiantes (en texto y video)	5.6
		Identificar emoción del estudiante	5.7
	38	Realizar retroalimentación y enviarla	5.8
	39	Realizar calificación y enviarla	5.9
		40	Visualiza la percepción del estudiante
6 Calificación	41	Visualizar la retroalimentación y calificación del docente	6.1
	42	Analizar retroalimentación y calificación	6.2
	43	Registrar percepción frente a la retroalimentación y calificación y enviarlas	6.4
7 Analítica	44	Generar filtros por docente, programa, estudiante, semestre, año o histórico años	7.1
	45	Generar nube de palabras	7.2
	46	Generar tacometro con estadísticas de sentimientos	7.3
	47	Generar gráfico de barras con estadísticas de calificaciones logradas	7.4
	48	Generar boxplot relación sentimiento, rendimiento	7.5
	49	Generar exportación de archivos en formatos xls, csv o doc	7.6
	50	Ingresar texto para análisis	7.7
Generales del sistema	51	Generar permiso para ingresar y visualizar información de acuerdo al rol	
	52	Generar seguridad del sistema	
	53	Crear carpetas por programa	
	54	Crear carpetas por estudiante de programa	
	55	Crear carpetas por docente	
	56	Bajar la información del estudiante y guardarla en las carpetas del mismo	

Elaboración propia

Con base en el product backlog se construye el Sprint backlog, ver Cuadro 15

Cuadro 15

Sprint Backlog

N°	Actividad	Descripción
1	Generar logo de la Herramienta	Cada vez que la herramienta se abre se debe desplegar el logo de la herramienta con su nombre
2	Loguearse	Cada vez que un usuario ingresa debe digitar su nombre y su clave. La herramienta deberá generar interoperabilidad con la plataforma académica para identificar el usuario y su clave será la misma que la generada en la plataforma académica
3	Seleccionar Programa	La herramienta deberá generar interoperabilidad con la plataforma académica para cargar el programa o programas a los que el docente está inscrito. El usuario docente podrá seleccionar el de una lista de programas a cuál va a ingresar
4	Seleccionar Asignatura	La herramienta deberá generar interoperabilidad con la plataforma académica para cargar la asignatura que puede ver el estudiante y que puede seleccionar el docente. El usuario podrá seleccionar la asignatura sobre la cual trabajará.
5	Ingresar RA esperado	El docente debe poder digitar el RA de la asignatura
6	Visualizar RA esperado para la asignatura	El estudiante podrá visualizar el RA
7	Ingresar las Dimensiones	Se deben crear 3 dimensiones así: Objetiva, Temporal y Social. El docente debe poder digitar las tres dimensiones del RA
8	Grabar Video y subirlo	El docente debe grabar un video corto de no más de dos minutos explicando el RA y sus dimensiones y enviándolo al estudiante
9	Visualizar las dimensiones del RA	El estudiante al pasar a la pantalla de dimensiones debe poder leer cada una de las dimensiones del RA
10	Visualizar el video enviado por el docente	El estudiante debe poder abrir el video enviado por el docente y visualizarlo las veces que desee
11	Señalar la emoción del docente	El estudiante identifica la emoción del docente al explicar el RA y la señala de acuerdo a las tres opciones dadas
12	Ingresar preguntas y las envía	El docente ingresa las preguntas y las envía al estudiante
13	Visualiza las preguntas	El estudiante visualiza las preguntas enviadas por el docente
14	Grabar Videos y subirlo	El estudiante debe poder grabar y enviar un video de no más de 1 minuto explicando el RA y sus dimensiones
15	Responder las preguntas y enviarlo	El estudiante debe responder las preguntas en un texto no mayor a 100 palabras por pregunta y enviándolo al docente
16	Visualizar respuestas del estudiante	El docente podrá visualizar el video y las respuestas enviadas por el estudiante
17	Señalar la emoción del estudiante	El docente identifica la emoción del estudiante y señala la emoción de acuerdo a las tres opciones dadas por el sistema
18	Elegir malla curricular del programa	El docente debe poder seleccionar la malla curricular del programa en el cual está dictando la asignatura. Se debe generar interoperabilidad con la plataforma académica
19	Seleccionar asignaturas de la malla	El docente podrá seleccionar las asignaturas de la Malla que apoyan el RA y el sistema las guardará para luego corroborar con las que marca el estudiante
20	Marcar asignaturas	El estudiante podrá seleccionar las asignaturas que apoyan el RA y el sistema deberá cotejar con las marcadas por el docente

21	Ingresar preguntas y enviarlas	EL docente podrá ingresar las preguntas y enviarlas al estudiante
22	Visualizar preguntas	El estudiante podrá visualizar las preguntas enviadas por el docente
23	Grabar Video y subirlo	El estudiante podrá grabar un video corto de no más un minuto y enviarlo al docente
24	Responder preguntas y enviarlas	El estudiante podrá escribir la respuesta a las preguntas con no más de 100 palabras por pregunta y enviarla al docente
25	Visualizar respuestas del estudiante	El docente podrá revisar las respuestas y el video enviado por el estudiante
26	Verificar presaberes	De acuerdo a los criterios de correcto, incorrecto o no marcada el sistema deberá colorearlas de manera diferente y ser visibilizadas por el estudiante
27	Ingresar preguntas y enviarlas	EL docente podrá Ingresar las preguntas y envalas al estudiante
28	Visualizar preguntas	El estudiante podrá visualizar las preguntas enviadas por parte del docente
29	Grabar Video y subirlo	El estudiante podrá grabar un video corto de no más un minuto y enviarlo al docente
30	Responder preguntas y enviarlas	El estudiante podrá escribir la respuesta a las preguntas con no más de 100 palabras por pregunta y enviarlas al docente
31	Visualizar respuestas del estudiante	El docente podrá visualizar las respuestas del estudiante en video y texto
32	Seleccionar tema de aprendizaje	EL docente podrá seleccionar el tema de aprendizaje a abordar
33	Ingresar preguntas y enviarlas	EL docente podrá ingresar las preguntas y enviarlas al estudiante
34	Visualizar preguntas del docente	El estudiante podrá visualizar las preguntas del docente relacionadas con el tema de aprendizaje
35	Grabar video y subirlo	El estudiante podrá grabar un video de máximo 1 minuto y enviarlo al docente
36	Responder preguntas y enviarlas	El estudiante podrá escribir la respuesta a las preguntas con no más de 100 palabras por pregunta y enviarlas al docente
37	Visualizar las respuestas del estudiante	El docente podrá visualizar el video y las respuestas del estudiante
38	Señalar la emoción del estudiante	El docente con base en el video señalará la emoción del estudiante
39	Realizar retroalimentación y enviarla	El docente ingresa retroalimentación al estudiante frente al logro de los temas de aprendizaje
40	Realizar calificación y enviarla	El docente ingresa calificación del RA por tema y se lo envía al estudiante
41	Visualiza percepción del estudiante	EL docente visualiza la percepción del estudiante

42	Visualizar la retroalimentación y la calificación del docente	El estudiante visualiza la retroalimentación y calificación que le envía el docente
43	Analiza retroalimentación y calificación	El estudiante con base en la retroalimentación genera percepción frente a la misma
44	Registrar percepción frente a la retroalimentación y calificación	El estudiante registra su percepción y la envía al docente
45	Generar filtros por docente, programa, estudiante, semestre, año o histórico años	Dependiendo de los accesos permitidos por usuario se deberán crear los filtros a través de los cuales puede ver la información consolidada
46	Generar nube de palabras	Mediante la comparación entre el RA esperado y el RA obtenido por los estudiantes y el uso de algoritmos se genera nube de palabras
47	Generar tacómetro con estadísticas de sentimientos	Con la aplicación de paquete estadístico se genera promedio de las emociones de los estudiantes por RA
48	Generar gráfico de barras con estadísticas de calificaciones logradas	Con la aplicación de paquete estadístico se genera promedio de las calificaciones de los estudiantes por RA
49	Generar boxplot relación sentimiento, rendimiento	Con la aplicación de paquete estadístico se genera boxplot de sentimiento y rendimiento por RA
50	Generar exportación de archivos en formatos xls o csv	Se debe poder bajar los archivos a diferentes formatos
51	Generar roles de uso de la HT	Los roles que se establecen en el sistema son Estudiante, Docente, Directivo Docente y Bienestar. Esta información se trae de la plataforma académica de la entidad
52	Generar permiso para ingresar y visualizar información de acuerdo al rol	De acuerdo al rol del usuario se crearán permisos de acceso a las pantallas del sistema
53	Generar seguridad del sistema	Se debe programar la generación de backups con un periodicidad mínima de 8 días
54	Crear carpetas por programa	El sistema debe permitir crear carpetas para guardar información por programa académico
55	Crear carpetas por estudiante de programa	El sistema debe permitir al docente crear carpetas para guardar información por estudiante
56	Crear carpetas por docente	El sistema debe permitir crear carpetas para guardar información por docente

	Bajar la información del estudiante y guardarla en las carpetas del mismo	El sistema debe permitir que el estudiante cree su carpeta para guardar la retroalimentación de los diferentes RA
57	Enviar calificación a plataforma académica	El sistema debe enviar la información de la nota cuantitativa a la plataforma académica de la entidad

Elaboración propia

Arquitectura de desarrollo para el software

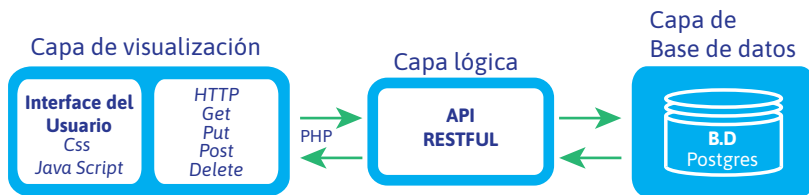
La arquitectura orientada a servicios a utilizar en la presente herramienta se realiza en tres capas así:

- Capa de Presentación: HTML, CSS y Java Script
- Capa Lógica: Diseño de arquitectura SOA (software orientado a servicios) para backend definido como un API (Application Programming Interfaces) RESTFUL (servicios web) desarrollado en lenguaje en PHP (hipertext preprocesor)
- Capa de datos: Utiliza el sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos y de código abierto. Postgres

Para la diagramación específica de la herramienta del presente trabajo se tuvo en cuenta la propuesta elaborada por (Castillo Estrada et al., 2022) adaptándola a los requerimientos establecidos para el presente trabajo.

Ilustración 22

Arquitectura de la Herramienta



Elaboración propia

Dado que en la API está la lógica del modelo y que la misma está diseñada en términos de servicios se consideraron tres servicios grandes principales así: Servicio 1: Autenticación seguridad y consulta servicios externos 2) Seguimiento y Evaluación de los RA y 3: Analítica de los datos generados en el desarrollo del modelo.

7.2.3 BASES DE DATOS

Se construyó base de datos relacional y bodega de datos.

7.2.3.1 BASES DE DATOS RELACIONAL

Se construyó el modelo de bases de datos OLTP (para los procesos transaccionales) Ver Ilustración 23 Anexo I

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1zMlm7Z9xBx5nya6CFRRnj6a4cVwry5X>

Generalidades Datos Externos

Estos son los datos que se planea obtener por medio de la interoperabilidad con otras bases de datos de la IES

- Nombre y apellido del Estudiante
- Nombre y apellido del Docente
- Programas Académicos
- Áreas del programa académico
- Asignatura del programa Académico

Explicación del Modelo OLTP

- La base relacional contempla 18 tablas la mayoría en relaciones normalizadas de uno a muchos.
- El modelo OLTP se dividen en dos niveles así: RA y temas de aprendizaje en los cuales se generan tablas independientes para las preguntas, las respuestas y la retroalimentación; no así para la percepción y la valoración por cuanto al momento de medir las emociones y valoraciones se realizan tanto sobre los temas cómo sobre los RA
- Puede parecer que el modelo genera duplicidad de tablas sin embargo la esencia del modelo de evaluación de los RA de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales así lo exige por cuanto el RA en su integralidad genera datos que requieren un tratamiento diferente en lo relacionado con preguntas, respuestas y retroalimentación. De otro lado el RA se operacionaliza a través del desarrollo de los temas de aprendizaje los cuales a su vez presentan preguntas, respuestas y retroalimentación que materializan las actividades de seguimiento al RA y que permiten apoyar la generación de conciencia del RA en el proceso de EA.
- La tabla de menú permite la construcción de dinámica de las opciones del mismo que se presentan en la plataforma dado que permite agregar o quitar elementos por lo cual no es necesario modificar programación para incluir o eliminar elementos en el prototipo de herramienta tecnológica.
- El menú se asocia con las preguntas por lo cual la opción de menú tiene muchas preguntas y estas preguntas están direccionadas a los RA.

7.2.3.2 BODEGA DE DATOS

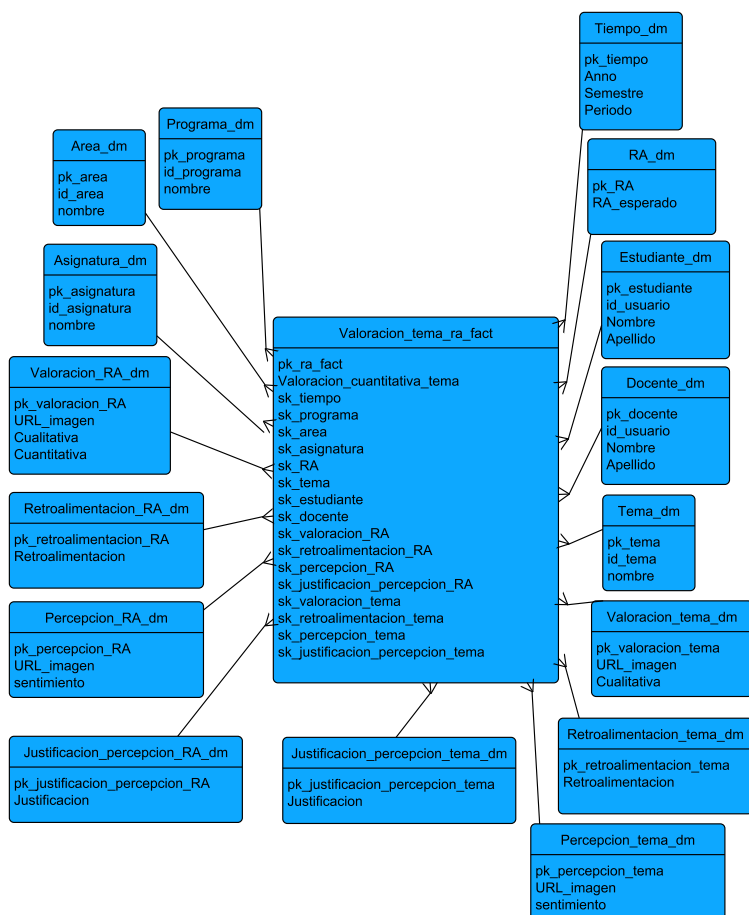
Teniendo en cuenta la base de datos relacional se estructura la propuesta de bodega de datos OLAP a nivel de cubo, el cual posteriormente avanzaría hacia la construcción del data mart y/o el data warehouse dependiendo del volumen de los datos y de la variedad de programas que se vinculen al proceso.

La bodega de datos está conformada por 16 dimensiones y 1 tabla de hechos. En la ilustración 24 Anexo J se puede visualizar la OLAP construida. De igual manera en el siguiente link

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1zMLm7Z9xBAX5nya6CFRRnj6a4cVwry5X>

Ilustración 24

Modelo OLAP



Elaboración propia

7.3 OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3

Con el fin de evidenciar la esencia del modelo de evaluación de los RA, en la pro

puesta de Herramienta Tecnológica, así como las posibilidades de analítica de datos que la misma ofrece se elaboró un cuestionario de 10 afirmaciones adoptando la escala de calificación de Likert de 1 a 5, Ver (anexo K).

Continuando con la aplicación del método Delphi se aplicó el cuestionario de afirmaciones a los 15 expertos en las cuales la primera parte del cuestionario consistente en 10 preguntas tenía como finalidad determinar la existencia de las cualidades del modelo de evaluación de los RA de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de sistemas de la Universidad de Manizales en el prototipo exploratorio diseñado y la segunda parte del cuestionario consistente en 7 preguntas para poder explorar la posible usabilidad de la herramienta se adopta la encuesta planteada por (Hernández et al., 2015).

7.3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA

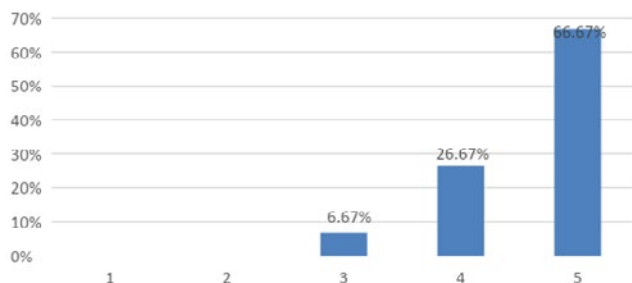
Con base en la sistematización del instrumento se realiza el consolidado de los resultados obtenidos por pregunta.

7.3.1.1 RESULTADOS FRENTE A LAS AFIRMACIONES DE LAS CUALIDADES DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA

Pregunta N° 1: La Herramienta tecnológica apoya la transmisión de la comunicación efectiva del sentido del RA esperado. El 67% está totalmente de acuerdo, el 27% de acuerdo y el 6% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 25

Resultados Pregunta N° 1

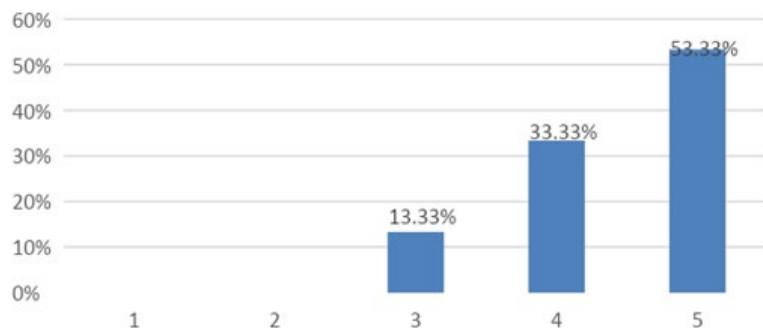


Elaboración propia

Pregunta N° 2: EL ingreso de la información de las dimensiones del sentido del RA esperado en la Herramienta tecnológica apoya la adquisición de la consciencia de los RA. El 53% está totalmente de acuerdo, el 33% de acuerdo y el 14% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 26

Resultados Pregunta N° 2

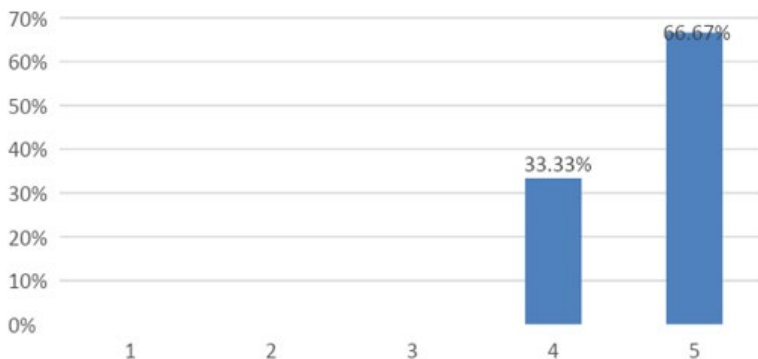


Elaboración propia

Pregunta N° 3: La exploración de los pre saberes de los estudiantes, considerados como elementos importantes para el cumplimiento de los RA, están presentes en la Herramienta tecnológica. El 67% está totalmente de acuerdo y el 33% de acuerdo.

Ilustración 27

Resultados Pregunta N° 3

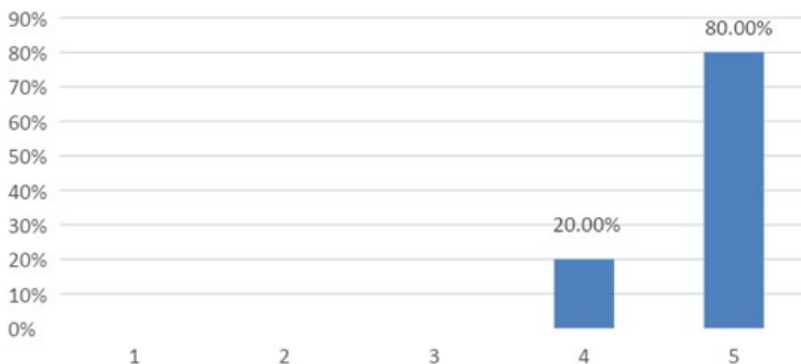


Elaboración propia

Pregunta N° 4: La herramienta tecnológica facilita el seguimiento del cumplimiento del RA. 80% está totalmente de acuerdo y el 20% de acuerdo.

Ilustración 28

Resultados Pregunta N° 4

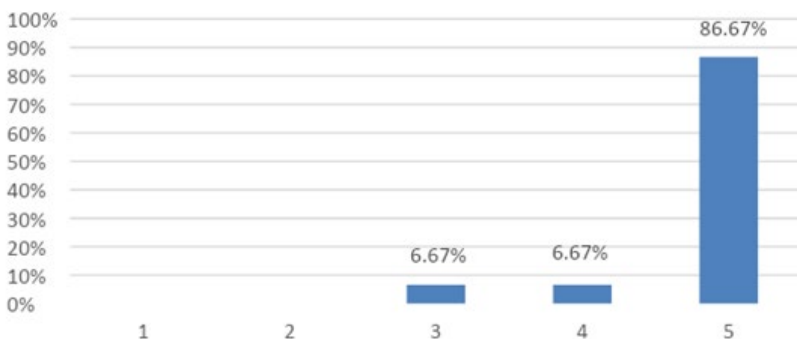


Elaboración propia

Pregunta N° 5: La retroalimentación al estudiante frente al avance en el cumplimiento del RA es evidente en la Herramienta tecnológica. El 86% totalmente de acuerdo, el 7% de acuerdo y el 7% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 29

Resultados Pregunta N° 5

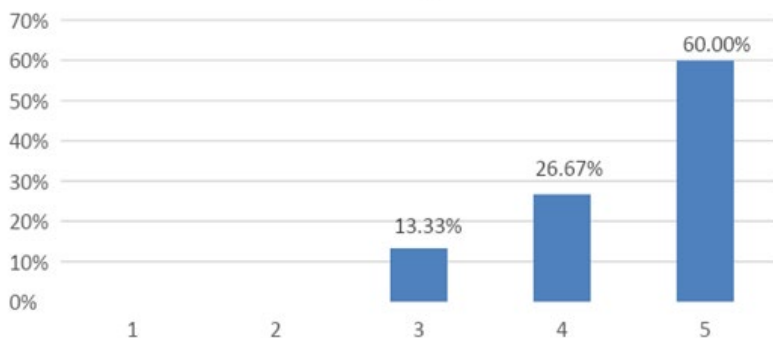


Elaboración propia

Pregunta N° 6: El estudiante al navegar por las diferentes pantallas de la Herramienta Tecnológica va adquiriendo conciencia del RA que está adquiriendo. El 60% totalmente de acuerdo, el 27% de acuerdo y el 13% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 30

Resultados Pregunta N° 6

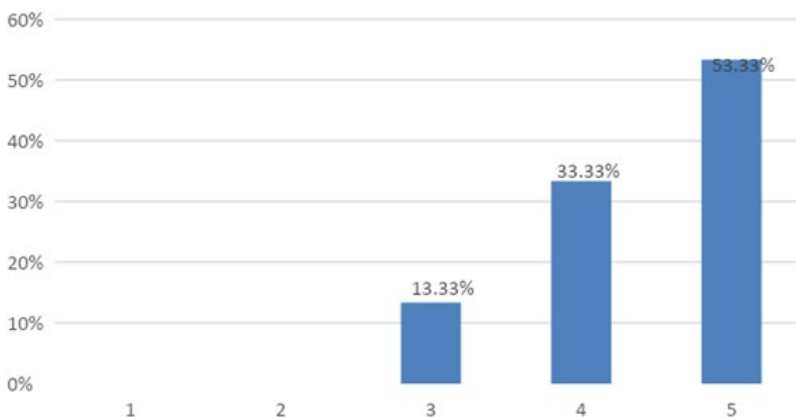


Elaboración propia

Pregunta N° 7: La herramienta tecnológica promueve el desarrollo de la habilidad de comunicación asertiva por parte del estudiante. El 53% totalmente de acuerdo, el 33% de acuerdo y el 14% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 31

Resultados Pregunta N° 7

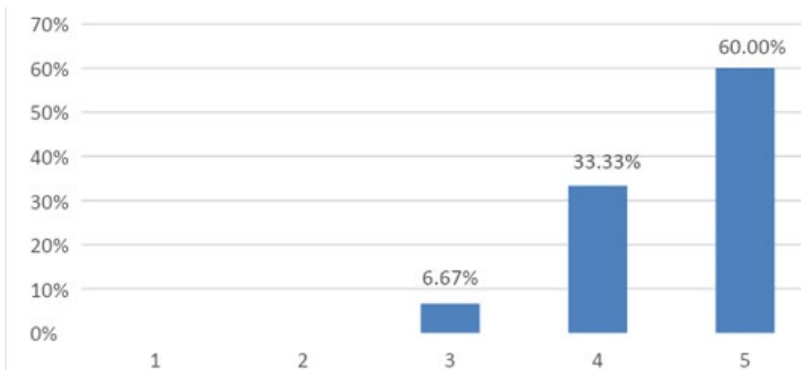


Elaboración propia

Pregunta N° 8: La herramienta tecnológica propuesta permite identificar las emociones del estudiante y del docente, esto como elemento importante para el cumplimiento de los RA. El 60% totalmente de acuerdo, el 33% de acuerdo y el 7% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 32

Resultados Pregunta N° 8

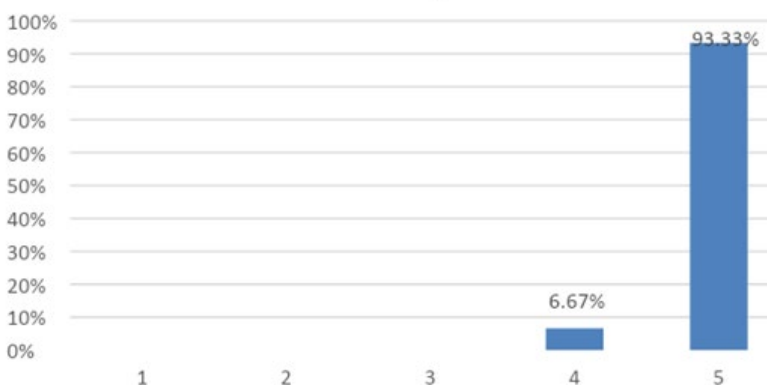


Elaboración propia

Pregunta N° 9: La Herramienta Tecnológica le permite al docente tomar decisiones en proceso para lograr el cumplimiento de RA por parte de los estudiantes. El 93% está totalmente de acuerdo y el 7% de acuerdo.

Ilustración 33

Resultados Pregunta N° 9

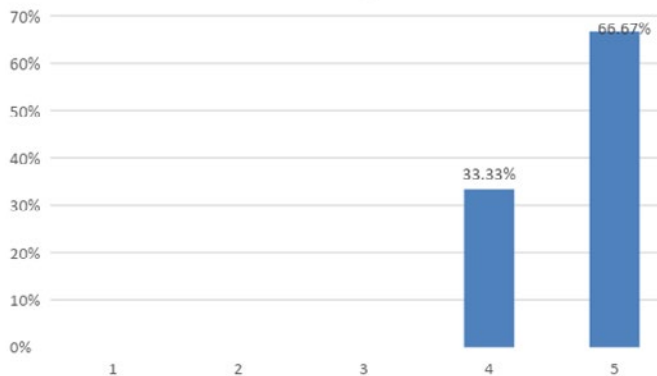


Elaboración propia

Pregunta N° 10: La Herramienta Tecnológica le permite al directivo académico tomar decisiones frente a estrategias de mejoramiento para apoyar el cumplimiento de los RA de las diferentes ofertas académicas de la IES. El 67% está totalmente de acuerdo y el 33% de acuerdo.

Ilustración 34

Resultados Pregunta N° 10



Elaboración propia

En general se puede afirmar que el Prototipo exploratorio de herramienta tecnológica cumple en alto grado los objetivos para la cual ha sido diseñada por cuanto en 7 de 10 afirmaciones el 90% o más de los encuestados está de acuerdo y totalmente de acuerdo en las diferentes cualidades de la misma, las cuales implementan el modelo de evaluación de los RA de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales.

Las afirmaciones según la cual la Herramienta Tecnológica le permite tanto al docente como al directivo académico tomar decisiones en proceso para lograr el cumplimiento de RA así como la afirmación de que la herramienta facilita el seguimiento del cumplimiento de los RA son las que presenta mayor calificación, aspectos muy importante por cuanto un oportuno proceso de retroalimentación, enmarcado en procesos de evaluación orientada al aprendizaje en el cual “la retroalimentación cumple la función esencial de apoyo y soporte para el aprendizaje, no tanto en su visión de “feedback” exclusivamente sino desde la perspectiva de “feedforward”. Es decir, no sólo para revisar un trabajo ya finalizado, detectar y corregir errores o señalar aciertos sino para orientar, apoyar y estimular al estudiante en su aprendizaje posterior” (Canabal & Margalef, 2017, p.151) apoya sustancialmente el cumplimiento de los RA por parte de los estudiantes, entendiendo que la toma de decisiones implica la implementación de estrategias para modificar situaciones que apoyen el cumplimiento y/o un mejor cumplimiento de los mismos. Estas afirmaciones son coherentes y están alineadas con el seguimiento la cual es una condición que plantea el modelo de evaluación al estar indagando permanente al estudiante sobre el sentido del RA y las apropiaciones del mismo que se evidencian en el proceso de EA, lo cual lleva a que el estudiante genera una mayor consciencia de lo que es el RA, su cumplimiento y para que le sirve en su proceso de formación.

Otra afirmación con alto nivel de calificación y la cual para el modelo es bastante relevante es la relacionada con la importancia de la exploración de los pre saberes, lo cual permite realizar un diagnóstico inicial el cual “ más que un requisito protocolario se perfilaría como el punto de partida para saber desde qué lugar, a qué velocidad y en qué condiciones “arrancan las diversas naves” que representan cada estudiante desde su experiencia particular y desde su singularidad, considerando que no existe una sola metodología para “enseñar”, ni tampoco una única manera de aprender” (Ocampo-gonzález et al., 2020, p.61) reconociendo de esta manera los aprendizajes previos como elementos que contribuyen a un mejor cumplimiento de los RA.

Aunque solo el 7% de los encuestados manifestaron no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación relacionada con el ingreso de las dimensiones del sentido del RA, ello implica que es necesario realizar mejor claridad de las mismas en la herramienta para que el modelo funcione de mejor manera en ella. Esto puede obedecer a una falta de claridad conceptual frente a lo que ellas son, bien por parte del product owner quién es el encargado transmitir de manera adecuada las necesidades de los usuarios o bien por parte de quienes participaron en el diligenciamiento del instrumento; igual situación se presenta en la afirmación sobre la adquisición de la consciencia por parte del estudiante frente al RA.

7.3.1.2 RESULTADOS FRENTE A LAS AFIRMACIONES DE SATISFACCIÓN DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA

Pregunta N° 11: El producto permite realizar las tareas de forma fácil. El 40% totalmente de acuerdo, el 47% de acuerdo y el 13% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 35 Resultados Pregunta N° 11

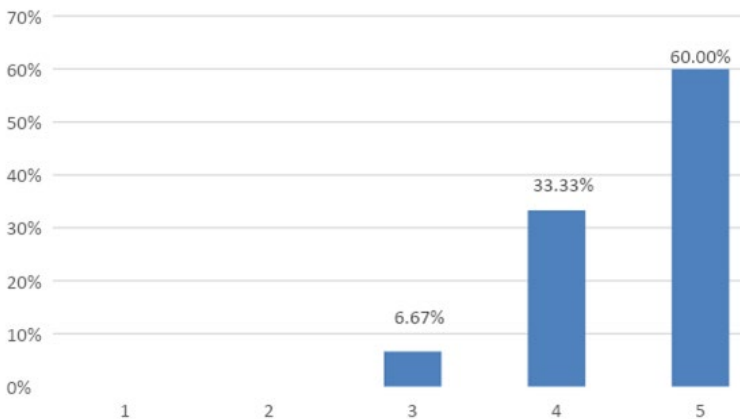


Elaboración propia

Pregunta N° 12: La navegación resulta clara. El 60% totalmente de acuerdo, el 33% de acuerdo y el 7% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 36

Resultados Pregunta N° 12

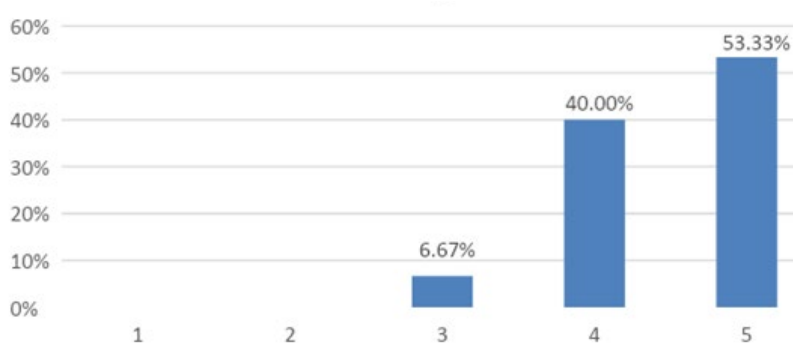


Elaboración propia

Pregunta N° 13: La apariencia general del producto es agradable. El 53% totalmente de acuerdo, el 40% de acuerdo y el 7% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 37

Resultados Pregunta N° 13

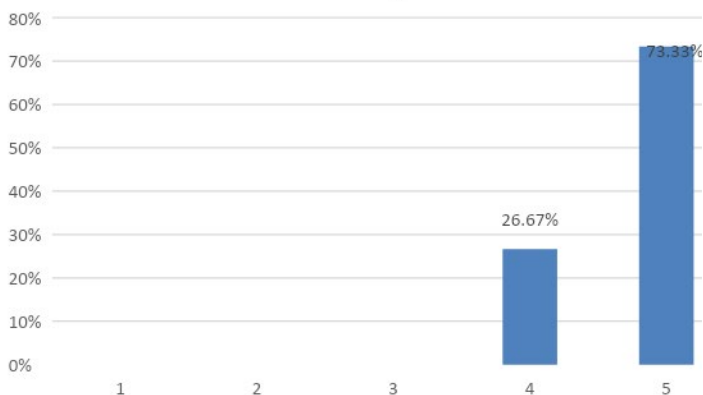


Elaboración propia

Pregunta N° 14: La interfaz de usuario tiene una estructura y organización claras. El 73% está totalmente de acuerdo y el 27% de acuerdo.

Ilustración 38

Resultados Pregunta N° 14

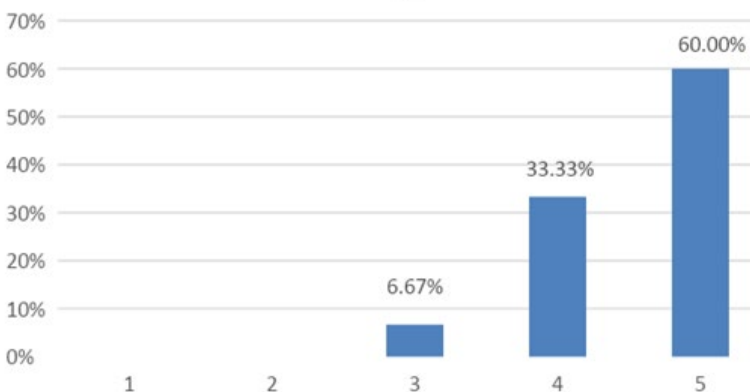


Elaboración propia

Pregunta N° 15: El uso de la plataforma es intuitivo. El 60% totalmente de acuerdo, el 33% de acuerdo el 7% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 39

Resultados Pregunta N° 15

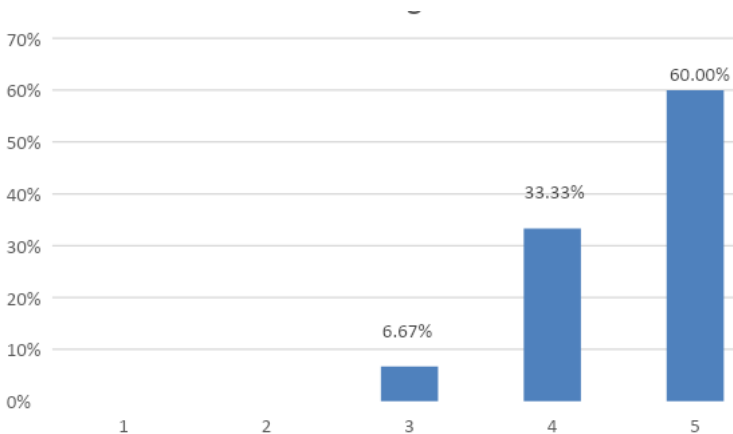


Elaboración propia

Pregunta N° 16: El producto responde a las necesidades del usuario. El 60% totalmente de acuerdo, el 33% de acuerdo y el 7% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Ilustración 40

Resultados Pregunta N° 16

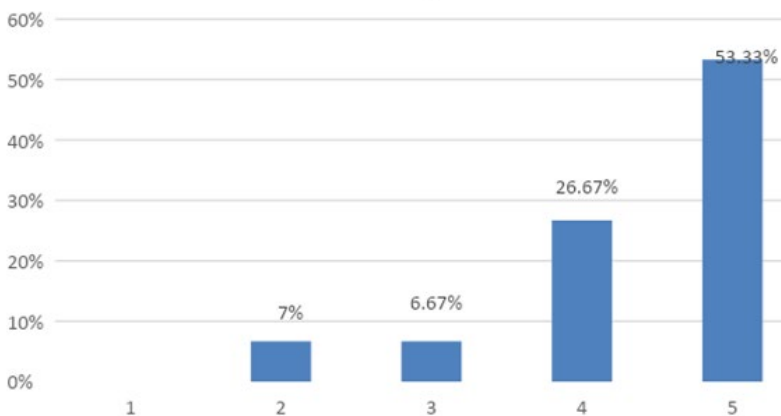


Elaboración propia

Pregunta N° 17: En general, el producto parece fácil de usar. El 53% totalmente de acuerdo, el 27% de acuerdo, el 7.7% ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 7,7% en desacuerdo.

Ilustración 41

Resultados Pregunta N° 17



Elaboración propia

De acuerdo a las calificaciones dadas por los encuestados se encuentra una satisfacción en alto grado frente a la herramienta tecnológica en la medida en que 5 de las 7 afirmaciones planteadas el 90% o más de los encuestados lo calificaron como totalmente de acuerdo o de acuerdo.

Es altamente relevante que el 100% de los encuestados haya calificado como de acuerdo y totalmente de acuerdo la afirmación La interfaz de usuario tiene una estructura y organización clara, esto valida la interpretación adecuada del modelo de evaluación de los RA en la herramienta tecnológica por cuanto ella fue elaborada teniendo en cuenta los 7 momentos secuenciales establecidos en el modelo de evaluación de los RA de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales.

Es muy importante que el 93% de los encuestados califica totalmente de acuerdo y de acuerdo las afirmaciones relacionadas con si el producto responde a las necesidades del usuario en la medida en que valida el proceso adelantado a través de la metodología design thinking en la cual se buscó determinar y clarificar las necesidades del usuario; por medio de su aplicación se obtuvo el mockup, el cual se convirtió en el elemento de entrada para el diseño del producto backlog. Igual situación se presenta en la afirmación el uso de la plataforma es intuitivo; afirmaciones que validan el cumplimiento en la Herramienta del atributo de eficacia, en la medida en que permite optimizar tiempos de uso de la misma de acuerdo a la definición de este atributo establecida en la página 82 del presente trabajo de investigación, así como los principios de Neilsen relacionados con lenguaje de los Usuarios, flexibilidad y eficacia de uso, establecidos en la página 86 del presente trabajo .

Aunque solo el 15% de los encuestados calificó como ni de acuerdo ni en desacuerdo la afirmación relacionada con El producto permite realizar las tareas de forma fácil y el 7% en desacuerdo frente a la afirmación En general el producto parece fácil de usar, las cuales son afirmaciones que se complementan; es importante considerar la posibilidad de realizar un manual de uso de la herramienta que permita resolver inquietudes que podrían presentarse por parte de los usuarios.

7.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LA ENCUESTA

Cada una de las preguntas se formuló como variable categórica con escala de valoración ordinal y para cada una de ellas se registró la información obtenida de cada uno de los 15 expertos, posteriormente se ingresaron los datos al Software SPSS no teniendo normalidad los datos

Medidas de Tendencia Central: Se obtuvieron los siguientes estadísticos de tendencia central con un nivel de confianza del 95%.

Cuadro 16

Medidas de Tendencia Central

Variable	Media	Mediana	Desviación	Coefficiente de Variación
Comunicación efectiva del sentido del RA esperado	4,5	5	0,6	13%
Dimensiones del sentido del RA	4,3	5	0,8	19%
Pre saberes de los estudiantes	4,7	5	0,4	9%
Seguimiento del RA	4,8	5	0,4	8%
Retroalimentación del avance del RA	4,6	5	0,7	15%
Consciencia del RA	4,3	5	0,8	19%
Habilidad de comunicación Asertiva	4,3	5	0,8	19%
Emociones del estudiante y docente	4,5	5	0,6	13%
Decisiones docente	4,9	5	0,2	4%
Decisiones directivos	4,6	5	0,5	11%
Realización Tareas	4,2	4	0,7	17%
Navegación en la herramienta	4,6	5	0,6	13%
Apariencia de la herramienta	4,4	5	0,7	16%
Interfaz para el usuario	4,6	5	0,5	11%
Uso intuitivo de la plataforma	4,5	5	0,7	16%
Necesidades del usuario	4,5	5	0,7	16%
Facilidad de uso	4,3	5	0,9	21%

Elaboración propia. Fuente: IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo al cuadro anterior la media más alta la obtienen las variables Decisiones docente (4,9) seguido de Seguimiento al RA (4,8) y Pre saberes de los Estudiantes (4,7), estando las tres muy cercanas a la mediana (5) lo cual indica una alta concordancia entre los expertos consultados frente a la presencia de estas en el prototipo de herramienta tecnológica. La variable que obtuvo la media más baja fue Realización de las tareas (4,2) de igual manera fue la única de las variables con una mediana de 4, valores que, aunque no son bajos indican la necesidad de mejorar el prototipo en este aspecto.

De otro lado el análisis del coeficiente de variación como relación entre la desviación estándar y la media en todas las variables da valores mínimos del 4% y máximos del 21% lo cual indica la homogeneidad en las respuestas dadas por los expertos.

7.3.3 EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ CONVERGENTE DEL INSTRUMENTO

Dado que se elaboró el instrumento de encuesta para establecer la coherencia entre el prototipo de herramienta tecnológica y el modelo de evaluación de los RA de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de

La Universidad de Manizales y a la misma se adiciono la encuesta elaborada por Ambit Hernández, H. (2013) para medir la satisfacción de los usuarios frente a la herramienta; se considera importante medir la fiabilidad y validez del instrumento considerando que “La validez hace referencia a la calidad que posee un instrumento para ser útil en la medición de un atributo, es decir, si mide aquello que se supone que mide. La fiabilidad, o confiabilidad, en cambio, tiene que ver con la precisión de la medida, con la estabilidad en el tiempo (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Alvarez, 2020, p.4). Para la medición del mismo se utilizó el alfa de cronbach el cual “...permite medir el nivel de confianza de pruebas como las de los programas informáticos. El entorno de uso de este método es amplio, ya que mide la fiabilidad de pruebas (Arévalo & Padilla, 2016, p.2).

Cuadro 17

Estadístico de Fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N° de elementos
0,923	0,911	17

Elaboración propia. Fuente: IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a los resultados obtenidos del alfa de cronbach y teniendo en cuenta que “Barrios y Cosculluela (2013) citado tiempo (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-álvarez, 2020, p.11). concluyen que la fiabilidad adecuada oscila entre 0,70 y 0,95” se concluye que el instrumento de encuesta elaborado para realizar la validación del diseño gráfico de prototipo de Herramienta Tecnológica para la el seguimiento, evaluación y procesos de analítica de los Resultados de Aprendizaje basados en el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales es válido y fiable y de igual manera se concluye que no es necesario eliminar ninguna variable para mejorar el estadístico de acuerdo a los resultado de la estadística total de cada elemento, ver Cuadro N° 18

Cuadro 18

Estadísticas de total de elemento

Estadísticas de total de elemento	
Variable	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Comunicación efectiva del sentido del RA esperado	0,916
Dimensiones del sentido del RA	0,912
Pre saberes de los estudiantes	0,922
Seguimiento del RA	0,924
Retroalimentación del avance del RA	0,917
Consciencia del RA	0,913
Habilidad de comunicación Asertiva	0,911
Emociones del estudiante y docente	0,923
Decisiones docente	0,928
Decisiones directivos	0,92
Realización Tareas	0,912
Navegación en la herramienta	0,927
Apariencia de la herramienta	0,912
Interfaz para el usuario	0,919
Uso intuitivo de la plataforma	0,917
Necesidades del usuario	0,912
Facilidad de uso	0,919

Elaboración propia. Fuente: IBM SPSS Statistics 25

7.3.4 VALIDEZ DE CONSTRUCTO

El Análisis Factorial Exploratorio es un método que permite entender la estructura de un conjunto de variables (constructos) y reducir la dimensionalidad del instrumento. Considerando que el tamaño de muestra no es el factor determinante para definir la pertinencia o no de la aplicación del AFE por cuanto “aplicar el AFE en una fase exploratoria es preferible que rechazarlo a priori” de Winter, Dodou & Wieringa, 2009:171, citados por (Mavrou, 2015, p.4) y considerando que el mismo autor conceptúa “En lo que se refiere a la ratio de observaciones (casos) por variable, aunque no existe un acuerdo unánime, se sugiere que esta sea por lo menos de 10-15 casos por cada variable” (p.4) se toma la decisión de realizar el AFE al instrumento.

7.3.4.1 MATRIZ DE CORRELACIONES

Como primer paso se corre el análisis de correlaciones en SPSS, Ver anexo L

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Bdi0FNCsfWxKylatS4GOKZ9hwVMcReQq/edit#gid=434887164>

Se encuentra que la asociación más alta se presenta entre las variables Habilidad de Comunicación Asertiva y Realización de Tareas (0.904), seguidas de las asociaciones de Consciencia del RA y Comunicación efectiva del RA y Comunicación efectiva del RA con Consciencia del RA (0.866) ambas. De otro lado las asociaciones más bajas se presentan principalmente en la Variable Decisiones del Docente en relación con 7 variables así: Comunicación efectiva del sentido del RA esperado, Dimensiones del sentido del RA, Consciencia del RA, Habilidad de comunicación asertiva, emociones del estudiante y docente, interfaz para el usuario, Necesidades del usuario y Facilidad de uso. Otras variables que presentan asociaciones negativas con otras 3 o 4 variables son Seguimiento del RA, Retroalimentación del avance del RA y Navegación de la Herramienta.

De otro lado las Variables que presentan mayores asociaciones con valores inferiores a 0 son Decisiones del Docente, Seguimiento del RA, Navegación de la Herramienta y Retroalimentación del avance del RA; sin embargo, Seguimiento del RA presenta asociaciones con valores de 0 con la variable Interfaz del Usuario.

En general en la matriz de correlaciones se presentan un número importante de asociaciones iguales o mayores a 0 por lo cual se concluye la pertinencia de realizar un Análisis factorial exploratorio AFE, esto de acuerdo a (López, 2019), para lo cual se continúa con la realización de los análisis de Varianza

7.3.4.2 ANÁLISIS DE VARIANZA

Cuadro 19

Varianza Total Explicada

	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	7,966	46,856	46,856	7,97	46,856
2	2,721	16,006	62,862	2,72	16,006
3	1,982	11,658	74,52	1,98	11,658
4	1,3	7,649	82,169	1,3	7,649
5	1,07	6,295	88,464	1,07	6,295
6	0,886	5,212	93,676		
7	0,382	2,245	95,921		
8	0,313	1,843	97,763		
9	0,179	1,052	98,816		
10	0,117	0,69	99,506		
11	0,064	0,378	99,883		
12	0,02	0,117	100		
13	2,45E-16	1,44E-15	100		
14	-7,11E-17	-4,18E-16	100		
15	-9,62E-17	-5,66E-16	100		
16	-5,54E-16	-3,26E-15	100		
17	-9,10E-16	-5,35E-15	100		

Elaboración propia. Fuente: IBM SPSS Statistics 25

Encontrando que 5 componentes explican el 88,64% del total de la variabilidad, siendo bastante positivo el resultado.

7.3.4.3 ANÁLISIS DE COMUNALIDAD

Cuadro 20

Matriz de Componente Rotado

	Matriz de componente rotado ^a				
	Componente				
	1	2	3	4	5
Comunicación efectiva del sentido del RA esperado	0,527	0,48		0,538	0,39
Dimensiones del sentido del RA	0,678	0,308	0,545		-0,117
Presaberes de los estudiantes	0,284	-0,296	0,653	0,37	-0,277
Seguimiento del RA	0,206	0,891		-0,177	
Retroalimentación del avance del RA	0,623	-0,327	0,548	0,37	-0,163
Consciencia del RA	0,732	0,171		0,511	0,237
Habilidad de comunicación Asertiva	0,915	0,252		0,148	0,122
Emociones del estudiante y docente		0,259	0,898		
Decisiones docente		-0,164	-0,104		0,915
Decisiones directivos	0,199		0,646	0,446	0,506
Realización Tareas	0,896	0,266			
Navegación en la herramienta		0,758		0,305	-0,185
Apariencia de la herramienta	0,778		0,366	0,174	0,126
Interfaz para el usuario	0,332		0,206	0,882	-0,116
Uso intuitivo de la plataforma	0,868	-0,288		0,249	0,119
Necesidades del usuario	0,848	0,203	0,294		-0,178
Facilidad de uso	0,333	0,836	0,369		

Elaboración propia. Fuente: IBM SPSS Statistics 25

Se presentan las comunidades más altas en las siguientes variables en las diferentes dimensiones y principalmente en la dimensión 1 cuatro variables y en la dimensión 5 una variable, así:

- Decisiones del docente (0,915)
- Habilidades de Comunicación Asertiva (0,915)
- Realización de las tareas: (0,896)
- Uso intuitivo de la Plataforma (0,868)
- Necesidades del Usuario: (0,848)

Teniendo en cuenta la matriz de correlaciones, el análisis de varianza explicada y el análisis de comunalidades se concluye que se puede recomendar la reducción de la dimensionalidad con base en la estructura

de las variables a cinco (5) para la aplicación del instrumento de encuesta en la continuación del proceso de construcción de prototipo.

7.3.5 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO

Teniendo en cuenta la matriz de correlación y con el fin de corroborar la relación existente entre esta y las pruebas de chi cuadrado entre dos variables se plantean las siguientes hipótesis

Hipótesis 1: Mayor índice de asociación entre las variables lleva a presentar dependencia entre las variables

Hipótesis 2: Menor índice de asociación entre las variables lleva a presentar independencia entre las variables

Es de anotar que estos índices se obtienen de la matriz de correlación

Para ello lo primero que se realiza es la selección de las 8 asociaciones de variables, cada uno de ellas con diferentes índices de correlación

Cuadro 21

Selección Asociación Variables

VARIABLES ASOCIADAS	CORRELACIÓN
Seguimiento del RA_ Apariencia de la Herramienta	0,047
Apariencia de la Herramienta Necesidades del Usuario	0,460
Decisiones del Docente Interfaz del Usuario	-0,189
Dimensiones del Sentido del RA Facilidad de Uso	0,713
Seguimiento del RA_ Interfaz del Usuario	0,000
Interfaz del Usuario Decisiones Directivo	0,577
Habilidad de Comunicación Asertiva Consciencia del RA	0,786
Emociones del Estudiante Docente Comunicación Efectiva del RA	0,128

Elaboración propia

Posteriormente se obtiene el chi cuadrado para cada una de las asociaciones de variables, utilizando el software SPSS Statistics 25

Cuadro 22

Resultados de Chi cuadrado para las Asociaciones Seleccionadas

Variables Asociadas	Chi Cuadrado
Seguimiento del RA_ Apariencia de la Herramienta	0,362
Apariencia de la Herramienta Necesidades del Usuario	0,001
Decisiones del Docente Interfaz del Usuario	0,464
Dimensiones del Sentido del RA Facilidad de Uso	0,042
Seguimiento del RA_ Interfaz del Usuario	1,000
Interfaz del Usuario Decisiones Directivo	0,025
Habilidad de Comunicación Asertiva Consciencia del RA	0,003
Emociones del Estudiante Docente Comunicación Efectiva del RA	0,547

Elaboración propia

Seguidamente se prueban las hipótesis básicas planteadas en la prueba chi cuadrado

H0: Existe independencia entre las variables

H1: No existe independencia entre las variables

Se aprueba H0 cuando p valor es mayor o igual a 0,05 en caso contrario se aprueba H1

Cuadro 23

Resumen Pruebas de Chi Cuadrado

Variables asociadas	Chi Cuadrado	H0	H1	Interpretación
Seguimiento del RA_Apariencia de la herramienta	0,362	x		Se presenta independencia entre las variables
Apariencia de la herramienta_Necesidades del usuario	0,001		x	No existe independencia entre las variables
Decisiones del docente_Interfaz del usuario	0,464	x		Se presenta independencia entre las variables
Dimensiones del sentido del RA_Facilidad de uso	0,042		x	No existe independencia entre las variables
Seguimiento del RA_Interface del usuario	1,000	x		Se presenta independencia entre las variables
Interfaz del usuario_Decisiones directivo	0,025		x	No existe independencia entre las variables
Habilidad de comunicación asertiva_Consciencia del RA	0,003		x	No existe independencia entre las variables
Emociones del Estudiante Docente Comunicación efectiva del RA	0,547	x		Se presenta independencia entre las variables

Elaboración propia

Por último, se realiza la tabla comparativa entre los resultados de la prueba de chi cuadrado y los valores obtenidos en la matriz de correlación

Cuadro 24

Relación entre Chi cuadrado y el Índice de Correlación

Variables Asociadas	Chi Cuadrado	Correlación
Seguimiento del RA_ Apariencia de la Herramienta	0,362	0,047
Apariencia de la Herramienta Necesidades del Usuario	0,001	0,460
Decisiones del Docente Interfaz del Usuario	0,464	-0,189
Dimensiones del Sentido del RA Facilidad de Uso	0,042	0,713
Seguimiento del RA_ Interfaz del Usuario	1,000	0,000
Interfaz del Usuario Decisiones Directivo	0,025	0,577
Habilidad de Comunicación Asertiva Consciencia del RA	0,003	0,786
Emociones del Estudiante Docente Comunicación Efectiva del RA	0,547	0,128

Elaboración propia

Con base en el cuadro se aprueban las Hipótesis 1 y 2 es decir a mayor correlación menor independencia y a menor correlación más independencia.

7.3.6 CONCLUSIÓN DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE ENCUESTA

Aplicadas las pruebas estadísticas relacionadas con el análisis de las medidas de tendencia central, al análisis de validez y fiabilidad a través del alpha de cronbach, el análisis de la validez constructo a través del Análisis factorial exploratorio y las pruebas de chi cuadrado para corroborar la dependencia o independencia de las variables se concluye que el instrumento de afirmaciones elaborado diligenciado por los expertos es válido, fiable y presenta validez de constructo y los datos obtenidos permiten generar conclusiones válidas para el ejercicio de la presente investigación.

8. Impactos

Los resultados del presente trabajo de investigación impactan de manera general a las Institución de Educación Superior y de manera particular a los estudiantes, docentes y directivos académicos de las mismas al apoyar los procesos de seguimiento, evaluación y análisis de los RA

Cuadro 25

Impactos Esperados del Proyecto

Impacto Esperado	A quién beneficia	Plazo
Nueva propuesta de Modelo de Seguimiento y Evaluación de los RA	Comunidad académica	Mediano plazo
Sistema de información sobre los RA	Instituciones de Educación Superior	Mediano plazo
Desarrollo incremental de la Herramienta tecnológica	Instituciones de Educación Superior	Corto plazo
Realización de procesos de analítica predictiva y prescriptiva	Estudiantes, Instituciones de Educación Superior	Mediano plazo
Validación de la metodología de utilización de prototipos de baja y media fidelidad como artefactos base para los procesos de desarrollo de software.	Desarrolladores de Software	Corto plazo

Elaboración propia

9. Conclusiones

9.1. CONCLUSIONES DEL OBJETIVO GENERAL

Teniendo en cuenta la formulación de la pregunta de investigación la cual dio origen al Objetivo General de la investigación se puede concluir que el Prototipo exploratorio de Herramienta tecnológica diseñada en el trabajo permite realizar seguimiento y evaluación de los RA de acuerdo al modelo propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales, así como los procesos de analítica a nivel de destilado de datos esta conclusión se encuentra soportada en el alto nivel de calificación en 7 de las 10 afirmaciones realizadas en el cuestionario de afirmaciones diligenciado por posibles usuarios.

Es de anotar que el valor agregado que se genera a partir de la herramienta tecnológica adicional a la sistematización de la información que permite la estructuración del Sistema de información estratégica; son los procesos de analítica por cuanto la herramienta tiene incorporado el módulo de analítica simulando un dash board a nivel de business intelligence BI, solo para los docentes y los directivos académicos. Estos procesos de analítica se pueden realizar a partir de la utilización de la bodega de datos acompañados de técnicas de BI y técnicas de minería de datos de la siguiente manera:

Análisis de las Emociones

- La dimensión de percepción tanto del RA como del tema y su inclusión en la tabla de hechos permiten en un primer momento generar un análisis de relación entre la calificación cuantitativa y las emociones manifestadas en la percepción y en un segundo momento generar modelos clasificatorios o modelos de regresión, esto validará lo planteado en el modelo cognitivo afectivo del aprendizaje electrónico desarrollo por Meyer según el cual las emociones juegan un papel fundamental en el mejor cumplimiento de los RA por parte de los estudiantes.
- A través del análisis de emociones se pueden desarrollar modelos predictivos de nivel de cumplimiento de los RA, así como de deserción estudiantil que permitirán establecer estrategias internas para lograr procesos de comunicación afectiva intencionados dentro de los procesos de formación integral, tanto para docentes como de estudiantes.

Análisis de Texto

- Los diferentes textos que se ingresan a la herramienta permiten generar en un primer momento destilado de datos a nivel de nube de palabras sobre el cumplimiento del RA esperado frente al RA logrado, esta información servirá como evidencia de los procesos de medición que realiza la IES para el cumplimiento de los RA. En un segundo momento se pueden generar a través de técnicas de Natural Languages Processing NLP análisis de sentimiento y topic modelings en los cuales se establecerían relaciones entre sentimientos y temas.
- Con las nubes de palabras se pueden generar de manera más lúdica y didáctica procesos de diálogo con el Sector Productivo para la validación o modificación de los RA esperados desarrollados por la Institución en el proceso de EA

Análisis de Datos cuantitativos

- La valoración cuantitativa de los RA en el corto plazo permite generar estadísticas descriptivas de cumplimiento de los RA por asignatura, por programa teniendo en cuenta la variable tiempo, es decir se puede seleccionar los análisis por semestre y por año.
- A mediano plazo y con información histórica almacenada se pueden generar modelos predictivos de cumplimiento de los RA.

De otro lado la realización de estas técnicas permitirá evidenciar procesos de analítica a nivel de LA, AA y AV, para docentes y directivos académicos de la siguiente manera:

Learning Analytics LA y Analítica Visual

- En la pestaña de analítica del docente el usuario puede filtrar los datos por programa, año, período y semestre que le permite generar visualizaciones a nivel de BI en donde puede analizar por medio de nubes de palabras, tacómetro y gráfico de barras el avance que van logrando sus estudiantes en términos de cumplimiento de los RA, emociones predominantes del grupo así como rendimiento cuantitativo del RA, esta información le permitirá tomar decisiones en la marcha del proceso académico para mejorar o ajustar sus estrategias de EA o de manera posterior para analizar los logros de sus grupos de trabajo en los diferentes períodos que ha orientado la asignatura.
- En la Pantalla de seguimiento el docente puede monitorear el avance de cada uno de sus estudiantes y con base en la

retroalimentación que le envía al mismo frente a su desempeño apoyar o reforzar el cumplimiento del RA.

- Analítica Académica y Analítica Visual
- El Directivo Académico puede generar análisis de relaciones entre el cumplimiento cuantitativo del RA y el docente que orienta la asignatura, al igual que análisis sobre las emociones que despierta el docente en el desarrollo del RA de la asignatura.
- Se pueden generar análisis históricos por semestre o por año de los logros del docente en el cumplimiento de los RA de los estudiantes y la satisfacción de los estudiantes frente al apoyo del docente en su proceso de EA.
- El Directivo Académico puede generar reportes consolidados de avance en el cumplimiento de los RA de los programas por período o por semestre o de igual manera puede generar reportes históricos. Información con la cual puede tomar decisiones de mejora de su programa académico o en el caso de Rectores informes consolidados de todos los programas académicos o de todos los docentes.

9.2 CONCLUSIONES DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para poder haber cumplido este objetivo general se debieron haber cumplido los objetivos específicos por lo cual a continuación se establecen las conclusiones por Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1:

- La revisión teórica realizada sobre los RA y sus procesos evaluativos permiten concluir que su desarrollo se ha realizado principalmente en los modelos de educación e learning lo cual sirve como referente para la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de los mismos en las otras modalidades educativas con procesos de adaptación y reinterpretación pero conservando los principios y finalidades de los mismos; dado que independientemente de la modalidad educativa en las que se evalúan los RA, ellos son ejes articuladores de los procesos macro, meso y micro curriculares así como elementos comunicativos de las IES a la sociedad en general y comunidad académica en particular.
- Se concluye que el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales permite un proceso de evaluación formativa, por cuanto el cumplimiento de los RA por parte de los estudiantes no es un resultado

final sino la sumatoria de los siete momentos que permiten lograr un aprendizaje consciente y significativo por lo cual la evaluación de los RA es principalmente un proceso de evaluación formativa la cual permite según (Hortigüela et al., 2019) ...”ser más consciente de lo que se aprende: no hay aprendizaje si no hay consciencia previa sobre aquello se está trabajando” (p.15), Capacidad para autorregular el aprendizaje, Diferentes capacidades y competencias en el aprendizaje, Diversidad de canales de feedback y Mejora de la práctica docente.

- Se concluye que la inmersión realizada a nivel de prueba piloto para desarrollar la fase de empatizar, como fase clave dentro de la metodología design thinking permitió desarrollar una propuesta metodológica de abordaje del modelo en campo, así como la elaboración de los instrumentos para la captura y recolección de información a nivel de guía del docente, guía del estudiante, ficha de registro de información general, ficha de registro de información del docente, formatos que podrán ser utilizados para la profundización del conocimiento del modelo en trabajo de campo.
- Se identificó la importancia de incorporar la figura del Observador en el desarrollo de los momentos del modelo en campo y el cual en la implementación de la Herramienta tecnológica se debe mantener a través de la incorporación de otro usuario de la misma, bien sea a nivel de la oficina de Bienestar o de la oficina de coordinación pedagógica de las IES, lo cual permitirá un trabajo de acompañamiento al docente y al estudiante para mejorar el cumplimiento del RA.
- La aplicación del modelo a nivel experimental en dos asignaturas con un grupo de 11 estudiantes y dos docentes permitió identificar la gran cantidad y variedad de datos, en su mayoría no estructurados, derivados de los datos ingresados por los estudiantes y docentes, datos que deben ser almacenados de forma eficiente para ser utilizados de manera oportuna para la toma de decisiones que permitan el cumplimiento y mejoramiento de los RA del estudiante, del programa y de la Institución; siendo definitivamente la utilización de herramientas tecnológicas a nivel de sistemas de información el mecanismo a utilizar para la sistematización de los datos producidos por el modelo mencionado, dado que la sistematización en hoja electrónica en Excel presenta desventajas en términos de trazabilidad, archivo, oportunidad y eficiencia en el uso del tiempo por parte de estudiantes y docentes para este fin.
- Las historias de usuario son herramientas muy utilizadas para el levantamiento de los requisitos del usuario en los procesos de diseño de software, según Moreno, Ana M., and Agustín Yagüe. 2012 citado por (Guti et al., 2017) “los tres componentes básicos de una HU son

☒ Breve texto que describe y representa la HU. ☒ Conversaciones entre las partes interesadas para intercambiar perspectivas sobre la HU. ☒ Criterios de aceptación.” (pág. 24) criterios que se cumplen en el desarrollo de las 5 fases de la metodología design thinking que permiten obtener el wireframe y el mockup y que reflejan de manera gráfica las necesidades del usuario, producto a través del cual se realizan los artefactos del SCRUM, concluyendo que la realización de las 5 fases de la metodología Design Thinking permite identificar de manera clara las necesidades de los usuarios como lo hacen las historias de usuario

Objetivo Específico 2

- La herramienta tecnológica diseñada permite capturar, almacenar, tratar los datos producidos en el proceso de evaluación de los RA convirtiéndose en un sistema estratégico de información, considerado este como “aquel sistema de información que forma parte del “ser” de la empresa, bien porque supone una ventaja competitiva por sí mismo, bien porque está unido de una forma esencial al negocio y aporta un atributo especial a los productos, operaciones o toma de decisiones” Monforte 1994 citado por (Hernandez, 1996,p.6)
- Se concluye que la utilización del mockup permite la elaboración de los artefactos a nivel de product backlog y sprint backlog como artefactos básicos en la etapa de diseño del software, bajo la utilización de la metodología SCRUM.
- Los requerimientos establecidos en el product backlog y el sprint backlog permitieron construir las propuestas de base de datos transaccional OLTP y la base de datos para analítica OLAP, concluyendo la utilidad que tienen dichos artefactos para la definición de las mismas.
- Se concluye que el sistema de información estratégico diseñado a través de la herramienta tecnológica y evidenciada en la base de transaccional OLTP permite trascender su utilización y con base en ella realizar la construcción de un OLAP como bodega de datos, la cual tiene como características principales “integrado, temático, variante en el tiempo y no volátil” (Montecillo, 2014, p.17) facilitando la generación de conocimiento para la toma de decisiones a través de procesos de analítica.
- La herramienta tecnológica diseñada para la evaluación de los RA bajo el modelo propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la universidad de Manizales, fue enriquecida con los elementos teóricos establecidos en el modelo cognitivo afectivo del aprendizaje

electrónico propuesto por Mayer. Para ello se realizó la utilización de las herramientas de video y texto, por medio de las cuales se identifican las emociones de los actores educativos, para el caso del video y la generación de palabras claves, para el caso de los textos; permitiendo con estos datos desarrollar técnicas de minería de datos educativos a nivel de destilado de datos.

- Se concluye que el destilado de datos permite generar procesos de LA para los estudiantes, a través de los procesos de retroalimentación que realiza el docente al analizar los videos y textos enviados por el estudiante y AA para el programa y la institución, por medio de la realización de las consultas consolidadas a nivel de docentes, programa, año, semestre y período que pueden realizar los directivos académicos, definiciones de analíticas establecidas en la página 55 del presente trabajo de investigación.
- Se concluye que el módulo de analítica de la Herramienta tecnológica genera valor agregado para los procesos de mejoramiento en el cumplimiento de los RA por parte de los docentes al igual que los Directivos académicos, conclusión validada a través de las afirmaciones realizadas por los encuestados registrados en las páginas 101 y 102 del presente trabajo.
- En la medida en que la educación e learning y B. learning es muy común el uso del video y el texto para el desarrollo de los procesos de EA y que el Prototipo exploratorio de la Herramienta tecnológica fue diseñada teniendo en cuenta los principios de multimedia y el modelo cognitivo afectivo del aprendizaje electrónico se concluye que su implementación en el corto plazo es viable en este tipo de modalidades educativas.

Objetivo Específico 3

- La utilización del método Delphi, la cual es utilizada cuando se presentan las siguientes situaciones “· La información es insuficiente o inexistente · El problema se presta para la exploración mediante juicios subjetivos sobre bases colectivas · Se requiere la participación de una cantidad mayor de expertos de los que pueden o es aconsejable que interactúen en un intercambio presencial · Los encuentros presenciales periódicos del grupo resultan muy costosos en tiempo o dinero · Se requiere un perfil de grupo heterogéneo y se intuye que esta diferencia puede ocasionar liderazgos dentro del grupo, que produzcan sesgos ” de acuerdo a Cabrero e infante (2014) citado por (Torrado-fonseca, 2016, p.90) se concluye que es el método adecuado para la validación del diseño de la propuesta de Prototipo

exploratorio del presente trabajo de investigación, partiendo de la definición de lo que este prototipo busca (definición establecida en la página 86 del presente trabajo) y por las base conceptuales bajo las cuales fue diseñada la herramienta, en la cual se consideraron los elementos de la teoría sociológica de Niklas Luhumann, las ciencias de la educación, las técnicas de la analítica educativa y la Ingeniería de Software.

- La aplicación de la técnica de entrevista abierta a expertos, seleccionados de manera estratégica y la técnica de cuestionario de afirmaciones; permiten concluir que el Prototipo exploratorio de herramienta tecnológica diseñada presenta un alto nivel de aceptación y satisfacción para los procesos de seguimiento, evaluación y procesos de analítica de los RA de los programas académicos y de la Institución a nivel de LA y AA, tal como se evidencio en los resultados de la encuesta de afirmaciones, página 100 del presente trabajo.
- Aplicadas las pruebas estadísticas relacionadas con el análisis de las medidas de tendencia central, el análisis de validez y fiabilidad a través del alpha de cronbach, el análisis de la validez constructo a través del Análisis factorial exploratorio y las pruebas de chi cuadrado para corroborar la dependencia o independencia de las variables se concluye que el instrumento de afirmaciones elaborado diligenciado por los expertos es válido, fiable y presenta validez de constructo y los datos obtenidos permiten generar conclusiones válidas para el ejercicio de la presente investigación
- De acuerdo al AFE se concluye que se puede reducir la dimensionalidad del instrumento de afirmaciones a 5 variables, con lo cual se optimizaría el proceso de recolección de información a través de un muestreo mayor a todos los posibles usuarios de la Herramienta Tecnológica.

10.Recomendaciones

Las recomendaciones se formulan con base en la amplia revisión teórica abordada, así como en el desarrollo metodológico, ambas actividades realizadas en el presente trabajo de investigación.

Objetivo Específico 1

- Una vez realizado el proceso de inmersión por parte de la investigadora en el conocimiento del modelo de Evaluación de los RA de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales se recomienda a la Facultad realizar las siguientes actividades de inmersión durante un semestre, así:

1. Seleccionar un docente líder por cada uno de los programas de pregrado que ofrece la Facultad y brindarles a los mismos una inducción frente al modelo.

2. Validar con los docentes los formatos de recolección de información de aplicación del modelo elaborados en la presente investigación

3. Seleccionar de manera concertada con el docente líder, de cada uno de los programas, las asignaturas sobre las cuales se aplicará el modelo, se recomienda seleccionar como mínimo 4 asignaturas distribuidas en los semestres iniciales, semestres de mitad de carrera y semestres de finalización de carrera.

4. Determinar cronograma de trabajo por asignatura para la aplicación del modelo, para ello se puede utilizar el proceso de planeación curricular que realiza el docente.

5. Definir por parte de la Facultad máximo dos observadores independientes, que bien puede ser estudiantes de la facultad que conozca el modelo o funcionarios del área pedagógica de la Universidad.

6. Definir de manera concertada con los docentes los momentos de seguimiento por parte de los observadores.

7. Definir cronograma de socialización de avances de aplicación del modelo con los directivos de la Facultad y de la Universidad.

- Según la experiencia de trabajo de campo del modelo con el fin de mejorar las potencialidades del modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales y el cual puede ser aplicado en cualquier IES, es recomendable para su aplicación en las modalidades de educación presencial realizar procesos de socialización y capacitación a nivel de talleres prácticos, en primera medida al grupo de docentes para que a partir de ellos se puedan desarrollar de manera posterior la interiorización del modelo en los estudiantes y demás miembros de la comunidad académica, posterior a ello generar unos ejercicios de pilotaje que permitan evidenciar los beneficios para el logro de los RA por parte de los estudiantes así como las propuestas de ajuste y mejora del mismo.
- Dada la utilidad de la datos generados y almacenados en la herramienta es importante analizar la inclusión de nuevos usuarios de la misma a otros clientes internos de la IES con los debidos permisos de acceso de acuerdo a su finalidad, entre ellos el área de Bienestar, la cual apoyaría el seguimiento a los estudiantes para garantizar un cumplimiento integral del RA, esto de acuerdo a las recomendaciones dadas por los expertos en el momento de entrevista abierta

Objetivo Específico 2

- Para el mejoramiento en el desarrollo de la herramienta tecnológica es importante considerar la posibilidad de realizar preguntas cerradas o con opciones definidas que disminuyen el volumen de datos no estructurados, lo cual disminuirá los requerimientos técnicos para el almacenamiento, tratamiento y análisis de los mismos.
- Con el fin de disminuir la subjetividad del docente al momento de valorar la emoción manifestada por el estudiante a través de los videos es recomendable incluir técnicas de machine learning que identifiquen y envíen al docente la clasificación de las emociones de los estudiantes frente al RA y a los temas que permiten el cumplimiento del mismo.
- Dentro de la filosofía de desarrollo incremental que plantea la metodología SCRUM es importante refinar la propuesta de bases de datos relacional y la bodega de datos que permita que la mismas puedan ser más eficientes.
- El prototipo exploratorio de Herramienta Tecnológica debe permitir la interoperabilidad con el software académico que posee cada IES con el fin de no duplicar datos frente al rendimiento de los estudiantes en el cumplimiento de los RA.

- Se recomienda realizar la implementación en el mediano plazo de la Herramienta tecnológica en programas con metodologías presenciales previo la elaboración de un plan de sensibilización y capacitación de la misma con los diferentes miembros de la comunidad académica.
- Considerando que el diseño y desarrollo de software como proyecto implica la inversión de capital que deberá ser recuperado en el proceso de funcionamiento del mismo es importante elaborar el proyecto de inversión y costear las diferentes actividades, en las cuales se sugiere tener en cuenta los posibles mayores tiempos de planeación y seguimiento docente, identificados por los expertos en el desarrollo de las fases de la metodología design thinking de la presente propuesta de trabajo.

Objetivo Específico 3

- Teniendo en cuenta que se diseñó un Prototipo exploratorio bajo la metodología scrum adaptada se deben analizar la implementación de las recomendaciones sugeridas por los expertos los cuales llevarán a realizar un ajuste al Mockup y con base en el volver a aplicar el método delphi nuevamente a los mismos expertos que permitan validar que los ajustes realizados no modifican la esencia del modelo y sigue presentándose alta satisfacción en su uso.
- Una vez se revise con los mismos expertos que la herramienta ha mejorado de acuerdo a su primera impresión testear la herramienta en una muestra estadísticamente significativa que permita dar el paso de un Prototipo exploratorio a un prototipo funcional.
- Aplicar con los expertos el instrumento de afirmaciones ajustado de acuerdo a la reducción de dimensionalidad de las variables definida en el AFE realizado en el presente trabajo

Recomendaciones para futuros trabajos

- Considerando la rúbrica como una herramienta de evaluación que permite guiar “la ruta a seguir por el estudiante en cada criterio de evaluación (Marcano et al., 2020, p.117) se podría analizar a través de la realización de un estudio de investigación la inclusión de la misma en el modelo de evaluación de los RA propuesto por la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales específicamente en los momentos 5, 6 y 7 con el fin de que la retroalimentación frente a los temas de aprendizaje se realice sobre el cumplimiento de los criterios establecidos en este instrumento de evaluación

- Dado que los RA tienen un vínculo estrecho con las estrategias didácticas la realización de un trabajo de investigación que permita identificar las mejores estrategias didácticas de acuerdo a la naturaleza de los RA esperados permitiría proyectar un mejor cumplimiento de los RA en el proceso de EA.
- Dado que en las metodologías de educación e learning se ha avanzado de manera importante en procesos de learning analytics podría realizarse una propuesta de investigación para que a partir de proceso de sistematización de estos resultados se puedan generar propuestas de analítica académica para los programas e Instituciones.
- Teniendo en cuenta que la evaluación de los RA puede realizarse de manera indirecta a través de las mediciones que se realicen con el sector productivo y con los egresados y que las IES deben diligenciar con sus egresados las encuestas en el Momento 01 y 5 en la plataforma del Observatorio Laboral de la Educación Superior OLE del Ministerio de Educación Nacional; esta situación plantea la oportunidad de desarrollar propuestas de estrategia de analítica de datos de dicha información orientada a demostrar el cumplimiento de los RA a través de estas mediciones.

Bibliografía

- Abreu, O., Gallegos, M. C., Jácome, J. G., & Martínez, R. J. (2017). La didáctica: Epistemología y definición en la facultad de ciencias administrativas y económicas de la Universidad técnica del Norte del Ecuador. *Formación Universitaria*, 10(3), 81-92. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000300009>
- Al-Thani, S. J., Abdelmoneim, A., Daoud, K., Cherif, A., & Moukarzel, D. (2014). A perspective on student learning outcome assessment at Qatar University. *Quality in Higher Education*, 20(3), 255-271. <https://doi.org/10.1080/13538322.2014.964079>
- Alonso, A., Gomez, R., Juan, E., Jaimes, C., Francisco, U., & Santander, D. P. (2018). Recibido: 13 de septiembre de 2017 Aceptado: 8 de diciembre de 2017.
- Arévalo, D., & Padilla, C. (2016). Medición de la Confiabilidad del Aprendizaje del Programa RStudio Mediante Alfa de Cronbach Measurement reliability RStudio Learning Program using Cronbach ' s alpha. *Revista Politécnica*, 37(1), 68-68.
- Baig, M. I., Shuib, L., & Yadegaridehkordi, E. (2020). Big data in education: a state of the art, limitations, and future research directions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00223-0>.
- Ballesteros, V. A. (2020). Una aproximación inicial a los resultados de aprendizaje en educación superior. *Revista Científica*, 39(3), 259-261. <https://doi.org/10.14483/23448350.17060>.
- Bermudez, E. (2021). Metodología para la Adopción y empleo eficiente del Proyecto LALA en los Colegios Fiscales de las zonas Rurales de la Provincia del Guayas. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107-115.
- Canabal, C., & Margalef, L. (2017). La Retroalimentación: La Clave Para Una Evaluación Orientada Al Aprendizaje. *Profesorado*, 21(2), 149-170. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v21i2.10329>.
- Carbo-velez, C. R., Yunga-solorzano, D. J., Carbo-velez, R. A., & Villamar-monserrate, C. A. (2021). DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2407> Ciencias técnicas y aplicadas Artículo de Investigación. 7, 1520-1531.
- Castillo Estrada, C. M., Cancino Villatoro, K., Benavides García, V., & de la Cruz Vázquez, A. (2022). Diseño de un Sistema web para el control de Curriculum Vitae Electrónico de personal docente basado en una arquitectura orientada a servicios (API REST). *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información*, 10(20), 28-42. <https://doi.org/10.36825/riti.10.20.003>

- Cejas, C., & Alvarez, P. (2006). Evaluación de los resultados del aprendizaje. *Revista Argentina de Radiología*, 70(2), 149–155. <https://www.redalyc.org/pdf/3825/382538441009.pdf>
- Chancho, G. E., Campo M., W. Y., & Sierra M., L. M. (2019). Estudio del atributo satisfacción en pruebas de usabilidad, mediante técnicas de análisis de sentimientos. *Risti*, 340–352.
- Chen, C. H., & Lin, H. C. (2011). A distance e-learning platform for signal analysis and measurement using FFT. *Computer Applications in Engineering Education*, 19(1), 71–80. <https://doi.org/10.1002/cae.20292>
- Consejo Nacional de Educación Superior. (2020). Acuerdo 02 de 2020. Por el cual se actualiza el modelo de acreditación de alta calidad. In *Acuerdo 02 de 2020* (p. 67). https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-399567.html?_noredirect=1
- Daniel, B. (2015). Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. *British Journal of Educational Technology*, 46(5), 904–920. <https://doi.org/10.1111/bjet.12230>
- de los Ángeles Ferrer-Mavárez, M., Aguirre-Villalobos, E. R., & Méndez-Sánchez, R. E. (2021). UX path for communicators. A model for the development of digital products from the perspective of communication. *Estudios Sobre El Mensaje Periodístico*, 27(2), 497–517. <https://doi.org/10.5209/ESMP.70420>.
- Delgado de Smith, Y. (2006). Luhmann y Maturana. A propósito de las relaciones industriales, el trabajo y la gestión de lo humano. *Noésis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 15, 135–151.
- Díaz, M. E., & Svetlichich, M. (2017). Nuevas herramientas tecnológicas en la educación superior. *Proyecciones: (La Plata)*, 11(11), 93–149. [[se quitó una URL no válida]][[se quitó una URL no válida]]
- Dorrego, E. (2016). Educación a distancia y evaluación del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 50. <https://doi.org/10.6018/red/50/12>
- Elena, M., Maestre, L., & Gregorio, J. (2008). El lenguaje como apertura al sistema complejo en la Educación Matemática Decolonial Language as an Openness to the Complex System Decolonial Mathematical Education.
- Elizalde, J. M. (2019). Universidad De Guayaquil Tutor : Universidad de Guayaquil, 83. [[se quitó una URL no válida]][[se quitó una URL no válida]]
- Estayno, M., & Meles, J. (2014). El desafío de ser un Product Owner Responsabilidades del PO en los Proyectos Ágiles. 11.
- Estrada, M. V. V., Cunuhay, W. C. C., Núñez, J. A. V., & Saltos, P. R. C. (2021). Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software Systematic review of the SCRUM methodology for software development Revisão Sistemática da Metodologia Scrum para Desenvolvimento de Software. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 7(4), 434–447.
- Galindo, Á. J., & García, H. (2010). Minería de Datos en la Educación. Universidad

Carlos III, 1-8.

- García-Jiménez, E. (2015). La evaluación del aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. El papel de las tecnologías. RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 21(2), 1-24. <https://doi.org/10.7203/relieve.21.2.7546>
- Ghosh, A. (2019). Analysis of a Feedback Assessment loop in Engineering sciences core curriculum. 1-11.
- Gómez-aguilar, D., & Salamanca, U. De. (2014). Analítica visual en e-learning.
- Gómez, J. (2015). Las competencias profesionales. ARTÍCULO DE REVISIÓN Enero-Marzo, 38(1), 49-55. <http://www.medigraphic.com/rma>
- Guti, M., Tesis, R. M. D. E., & Moctezuma, A. M. (2017). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA DIRECTOR DE TESIS: Dedicatoria Agradecimientos.
- Hadad, G. D. S., Riera, G. A., & Doorn, J. H. (2014). Priorizar Requisitos: un Estudio sobre sus Propósitos. Noviembre 2014.
- Hernández, A. (1996). Los Sistemas de Información: Evolución y Desarrollo. Dialnet, 14. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/793097.pdf>
- Hernández, G., Martínez, Á., Argote, I., & Coral, D. (2015). Metodología adaptativa basada en Scrum: Caso empresas de la Industria de Software en San Juan de Pasto-Colombia. Revista Tecnológica-ESPOL, 28(Diciembre), 211-223.
- Herrera, E., & Valencia, L. (2007). Del manifiesto ágil sus valores y principios. Scientia Et Technica, 34(34), 381-386. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934064>
- Horovitz, T., & Mayer, R. E. (2021). Learning with human and virtual instructors who display happy or bored emotions in video lectures. Computers in Human Behavior, 119(January), 106724. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106724>
- Hortigüela, D., Pérez-Pueyo, Á., & González-Calvo, G. (2019). Pero... ¿A qué nos Referimos Realmente con la Evaluación Formativa y Compartida?: Confusiones Habituales y Reflexiones Prácticas. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 12(1), 13-27. <https://doi.org/10.15366/riee2019.12.1.001>.
- Galindo, Á. J., & García, H. (2010). Minería de Datos en la Educación. Universidad Carlos III, 1-8.
- García-Jiménez, E. (2015). La evaluación del aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. El papel de las tecnologías. RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 21(2), 1-24. <https://doi.org/10.7203/relieve.21.2.7546>
- Ghosh, A. (2019). Analysis of a Feedback Assessment loop in Engineering sciences core curriculum. 1-11.

- Gómez-aguilar, D., & Salamanca, U. De. (2014). Analítica visual en e-learning.
- Gómez, J. (2015). Las competencias profesionales. ARTÍCULO DE REVISIÓN Enero-Marzo, 38(1), 49–55. <http://www.medigraphic.com/rma>
- Guti, M., Tesis, R. M. D. E., & Moctezuma, A. M. (2017). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA DIRECTOR DE TESIS: Dedicatoria Agradecimientos.
- Hadad, G. D. S., Riera, G. A., & Doorn, J. H. (2014). Priorizar Requisitos: un Estudio sobre sus Propósitos. Noviembre 2014.
- Hernández, A. (1996). Los Sistemas de Información: Evolución y Desarrollo. Dialnet, 14. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/793097.pdf>
- Hernández, G., Martínez, Á., Argote, I., & Coral, D. (2015). Metodología adaptativa basada en Scrum: Caso empresas de la Industria de Software en San Juan de Pasto-Colombia. Revista Tecnológica-ESPOL, 28(Diciembre), 211–223.
- Herrera, E., & Valencia, L. (2007). Del manifiesto ágil sus valores y principios. Scientia Et Technica, 34(34), 381–386. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934064>
- Horovitz, T., & Mayer, R. E. (2021). Learning with human and virtual instructors who display happy or bored emotions in video lectures. Computers in Human Behavior, 119(January), 106724. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106724>
- Hortigüela, D., Pérez-Pueyo, Á., & González-Calvo, G. (2019). Pero... ¿A qué nos Referimos Realmente con la Evaluación Formativa y Compartida?: Confusiones Habituales y Reflexiones Prácticas. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 12(1), 13–27. <https://doi.org/10.15366/riee2019.12.1.001>
- Liu, O. L., Mao, L., Frankel, L., & Xu, J. (2016). Assessing critical thinking in higher education: the HEIghten™ approach and preliminary validity evidence. Assessment and Evaluation in Higher Education, 41(5), 677–694. <https://doi.org/10.1080/02602938.2016.1168358>
- Londoño Ciro, L. A., De La Rosa Isaza, J. A., Gutiérrez Ángel, C. M., & Benjumea Garcés, J. S. (2020). Propuesta de Implementación de Resultados de Aprendizaje en la Institución Universitaria Digital de Antioquia. Revista Innovación y Desarrollo Sostenible, 1(1), 30–35. <https://doi.org/10.47185/27113760.v1n1.5>
- López-Gómez, E. (2018). El método delphi en la investigación actual en educación: Una revisión teórica y metodológica. Educación XX1, 21(1), 17–40. <https://doi.org/10.5944/educXX1.15536>
- López-Leyva, S. (2020). Strengths and weaknesses of Latin American higher education for global competitiveness | Fortalezas y debilidades de la educación superior en América Latina para la competitividad global. Formación Universitaria, 13(5), 165–176.

- López, L. E. G. (2019). Protocolo para realizar análisis factorial en variables que afectan las condiciones laborales. *Ingeniare*, 26, 13–33. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.26.6564>
- Marcano, B., Íñigo, V., & Sánchez Ramírez, J. M. (2020). Validación de rúbrica para evaluación de e-actividades diseñadas para el logro de la competencia docente digital. *Apuntes Universitarios*, 10(2), 115–129.
- Márquez, B. L. V., Hanampa, L. A. I., & Portilla, M. G. M. (2021). Design Thinking aplicado al Diseño de Experiencia de Usuario. *Revista Innovación y Software*, 2(1), 6–19. <https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft/article/view/35> <https://www.redalyc.org/journal/6738/673870838001/673870838001.pdf>
- Martínez Mediano, C. (1998). La Teoría De La Evaluación De Programas. *Educación XX1*, 1(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.1.1.398>
- Mavrou, I. (2015). Análisis factorial exploratorio: Cuestiones conceptuales y metodológicas. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a La Enseñanza de Lenguas*, 19, 71–80. <https://revistas.nebrija.com/revista-linguistica/article/view/283>
- Maturana, H. R. (1990). Emociones y lenguaje en educación y política. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones.
- McDonnell, D. R., Ayala, M. A. F., Cavas, F., & McDonnell, L. R. (2014). Metodología de evaluación.
- Medina, M., & Mansilla, V. (2020). Propuesta de diseño y aplicación de un proceso integral de las metodologías Design Thinking, Lean Startup, Agile y Growth Hacking para el diseño de productos en la empresa Nexus Labs. *Universidad Católica San Pablo*, 148. http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16405/1/MEDINA_HILASACA_MAR_PRO.pdf
- Micarelli, A., Stamper, J., & Panourgia, K. (2016). Preface. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9684, v–vi. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39583-8>
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). Decreto 1330 de 25 de julio de 2019. Ministerio de Educación Nacional, 32. [[se quitó una URL no válida]]([se quitó una URL no válida]) [[se quitó una URL no válida]]([se quitó una URL no válida])
- Ministerio de Educación Nacional. (2020). 021795 19 de noviembre de 2020. 35. https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-402045_pdf.pdf
- Molinero, M. del C., & Chávez, U. (2019). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior. En *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo (Vol. 10)*. <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/494/2111>
- Montecillo, C. (2014). Colegio de postgraduados. 1–24.
- Montejano, G., Testa, O., García, P., Bast, S., & Dieste, O. (2009). Definición Formal de una metodología para la generación de sistemas de software orientados

a servicios. 629–633.

- Ocampo-González, Á. A., Otálvaro-Garcés, S. J., Milenia, A., & Borrero, S. (2020). Interculturality and the construction of knowledge. 10, 54–68.
- Panizzi, M. D. (2019). Establecimiento del estado del arte sobre la Minería de Datos Educativa en el Nivel Superior: Un Estudio de Mapeo Sistemático. *Ciencias Exactas, Naturales, Experimentales y de La Salud*, 2(4), 51–60. <https://repositorio.unimoron.edu.ar/handle/10.34073/164>
- Putro, B. L., Rosmansyah, Y., & Suhardi. (2018). Group Formation in Smart Learning Environment: A Literature Review. 2018 International Conference on Information Technology Systems and Innovation, ICITSI 2018 - Proceedings, 6, 381–385. <https://doi.org/10.1109/ICITSI.2018.8695917>
- Rahemi, H., & Seth, N. (2008). Student Learning Outcomes: An Integrated Continuous Improvement Process for Course and Program Assessment. *Engineering*, 2(2), 54–62.
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). El Coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 3, 1–13.
- Rodríguez Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.848>
- Salazar, E. (2012). Prototipo, Contexto e Ingeniería del Software.
- Santos, A. C., Ana, D., & Pinto, M. (2019). Académica para la educación superior.
- Scheiter, K., Brucker, B., & Ainsworth, S. (2020). “Now move like that fish”: Can enactment help learners come to understand dynamic motion presented in photographs and videos? *Computers and Education*, 155, 103934. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103934>
- Schmidt-Weigand, F., & Scheiter, K. (2011). The role of spatial descriptions in learning from multimedia. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.007>
- Schüler, A., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2013). Is spoken text always better? Investigating the modality and redundancy effect with longer text presentation. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1590–1601. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.01.047>
- Schwabe-Neveu, J., Fuentes-Stuardo, P., & Briede-Westermeyer, J. C. (2016). Caracterización del proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño. Propuesta basada en un enfoque de procesos. *DYNA (Colombia)*, 83(199), 148–156. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n199.55840>
- Smith, A. F. (2006). Cultura de evaluación: una aproximación conceptual. 77–98.
- Sung, E., & Mayer, R. E. (2012). Affective impact of navigational and signaling aids to e-learning. *Computers in Human Behavior*, 28, 473–483. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.10.019>

- Torrado-Fonseca, M. R., & Álvarez-Álvarez, M. (2016). El método Delphi. REIRE. Revista d'Innovació i Recerca En Educació, 9(9 (1)), 0-2. <https://doi.org/10.1344/reire2016.9.1916>
- Trujillo Suárez, M., Aguilar, J. J., & Neira, C. (2016). Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario -DCU-, adaptados para el desarrollo de productos materiales. Iconofacto, 12(19), 215-236. <https://doi.org/10.18566/iconofact.v12.n19.a09>
- Vega, E. (2018). ¿Pedagogía o Ciencias de la Educación? Una Lucha Epistemológica. Revista Boletín REDIPE, 7(9), 1-7.
- Wilches, O. E. C., & Grisales-Palacio, V. H. (2019). Learning analytics en Colombia: Una revisión a la literatura y análisis del esfuerzo de investigación local. CEUR Workshop Proceedings, 2425, 49-58.
- Yesid, Ó., & Mendoza, C. (2020). Una Mirada Al Recorrido Del Marco Nacional De Cualificaciones Para Colombia: Avances Y Limitaciones.
- Yomeldi, H., Rosmansyah, Y., & Dabarsyah, B. (2019). Serious Game on Mobile Learning: A Systematic Literature Review. Proceedings - 2019 International Conference on Advanced Informatics: Concepts, Theory, and Applications, ICAICTA 2019. <https://doi.org/10.1109/ICAICTA.2019.8904209>.

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Término
AA	Analítica académica
ACTML	Teoría cognitiva afectiva del aprendizaje multimedia
ABP	Aprendizaje basado en problemas
AFE	Análisis factorial exploratorio
BD	Base de datos
DB	Big data
CNC	Catálogo Nacional de Cualificaciones
CONACES	Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento a la Calidad de la Educación Superior
CNA	Consejo Nacional de Acreditación
CTML	Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia
DCU	Diseño centrado en el usuario
EA	Entornos de aprendizaje
IA	Inteligencia artificial
AI	Analítica institucional
IES	Instituciones de Educación Superior
LA	Learning analytics
NLP	Natural Language Processing
MEN	Ministerio de Educación Nacional
EDM	Minería de Datos en la Educación
MNC	Marco Nacional de Cualificaciones
OLAP	Online Process analytics
OLTP	Online Transaction processing
PA	Procesos de Aprendizaje
PDP	Proceso de diseño de producto
RA	Resultados de Aprendizaje
SD	Small Data
SI	Sistema de Información
SRL	Revisión sistemática de literatura
STI	Sistemas de Tutoría Inteligente
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SMV	Super vector machine
TI	Tecnologías de la Información
TIA	Analítica de las Tics
TICs	Tecnologías de la información y la comunicación
VA	Valor Agregado
VA	Analítica Visual
VGLU	Indicador de puntuación de la rúbrica

**Prototipo de herramienta tecnológica para el
seguimiento, evaluación y procesos de analítica
de datos de resultados de aprendizaje**

Gloria María Hoyos Giraldo