



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**RETOS EXPLORA: DESARROLLO DE UNA
APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE
APRENDIZAJE ACTIVO A TRAVÉS DE
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ESCOLAR**

Autor

Luis Ernesto Monsalve Arango

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Departamento de ingeniería de sistemas

Medellín, Colombia

2021



Retos Explora: Desarrollo de una aplicación web para la gestión de aprendizaje activo a través de proyectos de investigación escolar

Luis Ernesto Monsalve Arango

Proyecto presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero de Sistemas

Asesores (a):

Carlos Mario Sierra Duque – Profesor departamento de ingeniería de sistemas

Sebastián Figueroa Cañas – Profesional en tecnologías interactivas

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería de sistemas

Medellín, Colombia

2021

Retos Explora: Desarrollo de una aplicación web para la gestión de aprendizaje activo a través de proyectos de investigación escolar

Luis Ernesto Monsalve Arango
Departamento de Ingeniería de Sistemas
Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia

ernesto.monsalve@udea.edu.co

Resumen— El Parque Explora ha orientado su enfoque educativo hacia la promoción y creación de estrategias de aprendizaje activo en la escuela, teniendo como objetivo la apropiación social del conocimiento. Históricamente ha liderado proyectos importantes para la ciudad como la feria CT+i, que ha impactado la vida de miles de niños y jóvenes de Medellín a través de proyectos de investigación en la escuela. Siguiendo con esta línea pedagógica, se espera en llevar los conocimientos recogidos en estos años a más lugares del país; con el presente proyecto se logra avanzar en este objetivo, realizando el diseño y la implementación de la aplicación web “Retos Explora”, la cual relaciona diferentes usuarios en torno al aprendizaje activo por medio de proyectos de investigación escolar.

I. INTRODUCCIÓN

Desde su inauguración en el año 2008, el Parque Explora ha tenido en su misión como museo de ciencias, la búsqueda y creación de estrategias, escenarios y metodologías para la apropiación pública del conocimiento científico, tecnológico y social necesarios para la construcción de una mejor sociedad. Uno de sus primeros programas, que aún está vigente después de 12 años, es la Feria CT+i, cuya propuesta inicial, con el apoyo de la Secretaría de Educación de la Alcaldía de Medellín y la Fundación Feria Nacional de Ciencia y Tecnología, fue realizar la primera muestra de creaciones científicas y tecnológicas de los jóvenes de Medellín.

A través de los años este programa se ha adaptado a nuevas temáticas y escenarios, pero su esencia de promover los proyectos de investigación en la escuela se ha mantenido sin importar su versión. Sin embargo, debido a que el programa de Feria está directamente ligado a los cambios en la administración municipal, en los últimos años se ha visto la necesidad de impulsar un programa adicional, de la mano con el enfoque pedagógico del Parque Explora, que estimule el acompañamiento de profesionales a estudiantes y maestros, a través de proyectos de investigación.

El programa Retos Explora es una estrategia del área de

Educación del Parque Explora que promueve el desarrollo de capacidades para el aprendizaje activo en comunidades educativas por medio de proyectos de investigación escolar que fomentan el fortalecimiento de las competencias científicas y ciudadanas en los estudiantes. Surge de la necesidad descrita anteriormente, y toma un impulso con la contingencia nacional debida al Covid-19, que obliga a los entes educativos a migrar sus estrategias y contenidos a escenarios digitales.

Esta iniciativa tiene dos grandes propósitos: en primer lugar, acompañar a niños, niñas y jóvenes estudiantes de instituciones educativas públicas y privadas de Medellín, Antioquia y Colombia en el desarrollo de propuestas para brindar soluciones a problemáticas relacionadas con: medio ambiente, gestión tecnológica, salud y bienestar, y sociedad y cultura. En segundo lugar, reconocer experiencias de maestros encaminadas a promover el aprendizaje activo en sus estudiantes.

El programa se desarrollará de forma remota a través de recursos virtuales y, por esta razón, este proyecto se fundamenta en la construcción de una plataforma web para la gestión de proyectos de investigación que se adapte a los diferentes requisitos que involucra el programa de Retos Explora.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Desarrollar una plataforma Web que articule la participación de estudiantes, maestros, familias, voluntarios y profesionales pedagógicos del Parque Explora en el programa de Retos Explora.

B. Objetivos específicos

- Caracterizar las necesidades de los diferentes entes educativos que participarán en la plataforma.
- Establecer la arquitectura adecuada de acuerdo con los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.
- Crear el código para la solución.

- Diseñar e implementar pruebas de software.
- Documentar los procesos y métodos fundamentales para el futuro soporte de la aplicación.

III. MARCO TEÓRICO

Desde el Área de Educación y Desarrollo escolar del Parque Explora se ha dado un enfoque metodológico, en el desarrollo de los proyectos, orientado al aprender haciendo, también conocido como aprendizaje activo. Entre los proyectos liderados por esta área se encuentra MAE (Maestros amigos de explora) [1], una comunidad de maestros de todas las áreas y niveles escolares que fortalece la relación entre el museo y la escuela, trabajando diferentes estrategias de aprendizaje que puedan ser adaptadas y llevadas a las aulas de clase. También se encuentran proyectos que trascienden la ejecución más allá de explora, y en algunos casos tienen el apoyo de instituciones públicas y privadas, como es el caso de la Feria de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, que ha sido un proyecto en conjunto con la Secretaría de Educación de la Alcaldía de Medellín, cuyo propósito es fortalecer y promover procesos de investigación en las aulas de clase, una iniciativa que transcurre durante el año escolar, e involucra a todos los actores del entorno educativo: estudiantes, maestros, directivos, padres y madres de familia, así como a miembros de la comunidad científica y a profesionales de las empresas de la ciudad [2].

El concepto de aprendizaje activo que fundamenta estos proyectos está ligado a las teorías de educación progresiva de Dewey[3], que nace mediante la crítica a la escuela tradicional, trata de cultivar el acompañamiento individual, el aprendizaje a través de la experiencia y dejar de lado los materiales estáticos para pasar a un tipo de conocimiento amplio y cambiante. En el aprendizaje activo también se habla de la adaptación en los procesos cognitivos, descritos por Piaget en dos procesos básicos, asimilación y acomodación, que se fundamentan en explicar cómo se incorporan nuevos conocimientos a estructuras ya establecidas y cómo cambian estas estructuras para ajustar nueva información.

La teoría de la zona de desarrollo próximo también complementa la justificación de este enfoque pedagógico, centrándose en el protagonismo que tiene el entorno social en los estudiantes, y la adquisición y transmisión de conocimientos a través del lenguaje y la colaboración mutua [4].

Basado en esta metodología se llega al programa de Retos Explora, un programa que se fundamenta en las características del aprendizaje activo a través de la investigación en la escuela. En Retos Explora se entiende un proyecto de investigación escolar como una serie de procedimientos y actividades ordenadas que, siguiendo una metodología específica, buscan responder a preguntas que nacen de la curiosidad de los estudiantes y los llevan a producir y adquirir nuevos conocimientos, así como a desarrollar diversas habilidades a nivel científico y ciudadano [5].

Para el logro de la creación de la plataforma Retos Explora,

se propone que el desarrollo del presente proyecto se haga siguiendo las etapas descritas a continuación:

- A. Ingeniería de requisitos: Análisis de las necesidades, actores, condiciones y requisitos para cumplir los objetivos de funcionamiento del sistema.

Productos/ Entregables:

- Documentos de requisitos con historias de usuario.

Actividades:

- Levantamiento de requisitos.

- B. Arquitectura y diseño de software: Agrupación de requisitos para la selección de tecnologías y planteamiento de la solución.

Productos/ Entregables:

- Arquitectura de software de la plataforma.
- Modelo de la base de datos.

Actividades:

- Análisis de historias de usuario.
- Diseño de la solución.
- Selección de patrones de diseño

- C. Implementación del backend: Desarrollo de funcionalidades correspondientes a la conexión y acceso a los datos de la aplicación de forma segura.

Productos/ Entregables:

- Backend funcional de la plataforma, desplegado en servidores del Parque Explora.

Actividades:

- Desarrollo de funcionalidades que sean requeridas en la solución desde el lado del backend.
- Integración del backend con el frontend.
- Integración del backend con la infraestructura del Parque Explora.

- D. Implementación de frontend: Desarrollo de interacción de los usuarios con la plataforma.

Productos/ Entregables:

- Frontend funcional de la aplicación instalado en la infraestructura del Parque Explora.

Actividades:

- Desarrollo del frontend según los requisitos.
- Integración del frontend con el backend.
- Integración del frontend con la infraestructura del Parque Explora.

- E. Verificación y validación: Diseño de pruebas unitarias y despliegue continuo.

Productos/ Entregables:

- Reporte de resultados de pruebas.
- Plan de pruebas.

Actividades:

- Programación de pruebas unitarias para las distintas funcionalidades de la aplicación.
- Despliegue continuo, retroalimentación constante con el equipo

- F. Documentación de la solución: Entrega de manuales de usuario y técnicos del sistema.

Productos/ Entregables:

- Manuales de la aplicación funcional.
- Documentación de la solución.

Actividades:

- Entrega del código.
- Entrega de documentación del todo el proceso

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se hizo un proceso de elicitación de requisitos, diseño de arquitectura de la solución al problema y se implementa una primera etapa de la plataforma web “Retos Explora”, la cual presenta a los usuarios de forma interactiva la gestión de proyectos de investigación por medio de diferentes roles que interactúan en torno a un proyecto. En esta etapa se dió prioridad en el alcance a la administración del programa y al perfil de los participantes bajo la categoría de *Niño o joven investigador*.

A continuación, se describen las etapas ejecutadas y sus entregables.

A. INGENIERÍA DE REQUISITOS

En esta etapa se realizó un proceso exhaustivo con las áreas correspondientes, donde se construyó un documento con la descripción del programa y el tipo de usuarios objetivo, con el fin de realizar una extracción de requisitos funcionales y no funcionales. Se usó la estrategia de análisis de ‘personas’ para caracterizar el tipo de usuarios inicialmente, y qué roles tendrían en el sistema; basado en estos roles se realizó un proceso de levantamiento de requisitos para cada uno, en total resultaron 52 historias de usuario, a las cuales se les asignó una prioridad basada en cinco variables de selección: claridad, valor para el programa, riesgo, dependencia y volumen de trabajo.

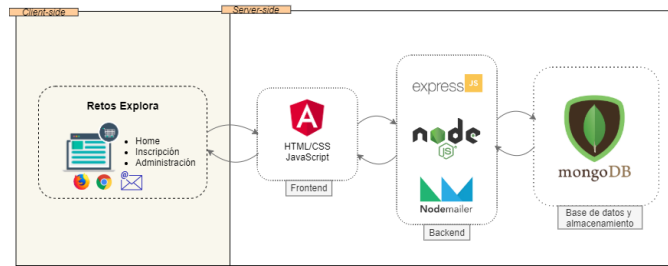
B. ARQUITECTURA Y DISEÑO DE SOFTWARE

Inicialmente las historias de usuario, resultado de la etapa anterior, pasaron a ser requisitos del sistema, y se agruparon para identificar los módulos y componentes principales de la aplicación. En esta etapa también se identificaron los modelos fundamentales para el funcionamiento del sistema, tales como el de usuario, reto, equipo, proyecto y bitácora de proyecto.

Para la arquitectura de la solución (ver Gráfico 1) se elige el “stack MEAN” usando el motor de base de datos MongoDB, Angular para el desarrollo del frontend y el servidor web con Express y Node para el backend. Se optó por elegir este stack tecnológico porque se adapta fácilmente a los requisitos de la aplicación, y brinda un entorno de trabajo estable, escalable y que se integra bien con los demás desarrollos del Parque Explora.

Gráfico 1. Arquitectura de la aplicación.

Además de esto definió una propuesta inicial de carpetas y componentes de la estructura de desarrollo para el frontend y el backend, así como los patrones arquitectónicos elegidos



para la aplicación, para garantizar el cumplimiento de estándares de escalabilidad y mantenibilidad.

C. IMPLEMENTACIÓN DEL BACKEND

El backend implementado funciona como una Api REST que intercede en la comunicación entre el usuario y la base de datos, aceptando o rechazando solicitudes según permisos asignados a cada usuario. Esta parte de la aplicación se divide en cinco módulos o componentes principales que hacen parte del flujo de la aplicación: modelos, controladores, middlewares, vistas y servicios. El flujo de de estos componentes (Gráfico 2) responde a estándares de seguridad y mantenibilidad del código.

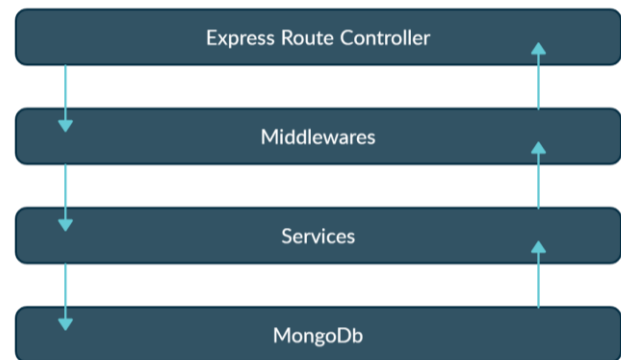


Gráfico 2. Flujo de procesos del backend

Como resultado de esta etapa se implementaron trece modelos para la base de datos y el flujo correspondiente con servicios y controladores de acceso a cada uno de ellos, además de un servicio para el envío de correos electrónicos con tres plantillas iniciales. Con este avance se tiene una base para integrar al frontend las demás funciones de la plataforma que quedaron por fuera del alcance.

D. IMPLEMENTACIÓN DE FRONTEND

En la definición de la arquitectura se decidió utilizar Angular, un marco de trabajo para aplicaciones web basado en Typescript mantenido por Google, ya que brinda un entorno ideal para aplicaciones robustas. Se estructuró el proyecto bajo el patrón arquitectónico LIFT [6] brindado por la documentación propia de Angular. La estructura interna fue dividida en tres secciones principales :

- core (núcleo): contiene los servicios y modelos necesarios para el consumo y manejo de datos o

solicitudes externas a la aplicación, provenientes del backend o del usuario.

- features (características): contiene los componentes visuales de la aplicación, agrupados por módulos a los que pertenecen, y la lógica de negocio que los acompaña.
- shared (compartido): contiene elementos importantes para la aplicación que se repiten para diferentes módulos.



Gráfico 3. Página de inicio Retos Explora.

Como resultado se tiene una plataforma web que da acceso a usuarios con seis diferentes roles: participantes, adultos acompañantes, asesores, evaluadores, responsables de programa y administradores. La aplicación se adapta según el rol correspondiente, y permite o rechaza solicitudes basado en los permisos que asigna el administrador. El proceso de inscripción usa el envío de correo electrónico automatizado y el diseño del sistema consideró la seguridad de los datos, y la autonomía del sistema. Entre las acciones que fueron implementadas por completo se encuentra el flujo de inscripción, la creación de proyectos, notificación de novedades y el acceso a los retos, también se diseñó e implementó la página principal (Gráfico 3) y se dejaron unas guías de estilo definidas bajo el diseño trabajado.

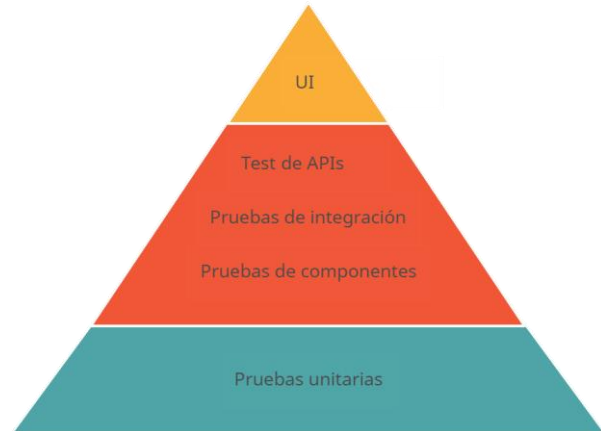
E. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

Para garantizar que la aplicación pueda migrar a otros entornos e identificar posibles cambios que afecten el correcto funcionamiento de sus componentes se diseñó un plan de pruebas para los servicios y módulos principales cumpliendo los principios FIRST [7] para el diseño de pruebas.

El número de pruebas propuesto se fundamenta en la pirámide de pruebas o pirámide de Cohn (Gráfico 4), dejando una base sólida que permita la prevención y resolución eficientes de problemas a futuro.

Este plan consta de dos secciones principales, pruebas de frontend y backend. En este plan se describen los factores a tener en cuenta al implementar las pruebas y sobre qué componentes se debe aplicar para garantizar su utilidad en la aplicación. No se ejecutó el plan por completo debido a que el tiempo no fue suficiente, se implementaron por cada tipo de componente, dos de sus pruebas pertinentes que sirven como guía para la implementación de las demás.

Gráfico 4. Pirámide de pruebas



F. DOCUMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN

En esta etapa se crearon documentos que describen los procesos o de requisitos y arquitectura, acompañados de manuales técnicos de estructura de frontend y backend. Además de esto para el backend se implementó por medio de una herramienta llamada Swagger[8] una documentación que permite probar los endpoints del API expuesta.

A continuación, se listan los documentos entregados como parte del proceso.

1. Ingeniería de requisitos y arquitectura de software: Documento donde se describe el proceso de levantamiento de requisitos, roles, módulos, historias de usuario y arquitectura elegida para el proyecto. Va acompañado de un tablero en la plataforma Trello donde se agrupan y modularizar las funcionalidades.
2. Arquitectura frontend: Documento que describe patrones de diseño, estructura de carpetas y consideraciones para el código desarrollado e implementado con Angular y Typescript para el frontend; cumple la función de manual técnico del desarrollo Frontend
3. Arquitectura backend: Documento que describe patrones de diseño, estructura de carpetas y consideraciones para el código desarrollado e implementado con Express js y Node js para el backend; cumple la función de manual técnico del desarrollo Backend.
4. Flujos y procesos: Documento donde se describen los flujos de los procesos principales de Retos Explora, sirve como una guía de implementación de procesos restantes.
5. Guía de pruebas: Documento con una descripción detallada de patrones de diseños, objetivos y consideraciones para la implementación de las pruebas de software. Va acompañado con implementación de algunas de las pruebas descritas.

V.CONCLUSIONES

Como parte del proceso de formulación y construcción de la parte tecnológica que responde a las necesidades de la gestión de proyectos de investigación a través de una plataforma web se recogen varias enseñanzas basadas en la experiencia, los problemas y los aciertos en el proceso, algunas de estas se enumeran a continuación.

1. La seguridad web es un tema que nunca se debe perder de vista, y debe estar presente en todas las etapas del proyecto, como un ente que supervisa cómo aporta o afecta cada decisión que se tome.
2. El desarrollo de aplicaciones web lleva consigo la necesidad de ser escalable siempre, ya que el cambio constante de tecnologías y el avance de las plataformas solicita una adaptabilidad frecuente por parte de los usuarios.
3. El desarrollo de pruebas debe ser algo que se integra a la aplicación desde un inicio, el plan de pruebas es fundamental para trazar una ruta clara de implementación cuando el proceso está en desarrollo.
4. La arquitectura de un proyecto toma más tiempo del esperado desde el punto de vista de un aprendiz, pues se fundamenta en cuestionar cada decisión pensando en el mayor número de casos de uso posibles para la aplicación.

El desarrollo de contenidos de la mano con otros equipos sobrepasa el conocimiento técnico de un ingeniero de sistemas; la intención social de las plataformas, el conocimiento de los usuarios y su contexto social hacen parte fundamental de la función humanista de un ingeniero íntegro que pertenece o lidera un proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Parque Explora. Maestros Amigos de Explora [Online]. Disponible en: <https://www.parqueexplora.org/actividades/programacion/encuentros-mae-2>.
- [2] Parque Explora. Feria CT+i: Investigación escolar en Medellín y Antioquia [Online]. Disponible en: <https://www.parqueexplora.org/proyectos/ferias-cti>.
- [3] Dewey, J. "La educación tradicional frente a la educación progresiva" En: Experiencia y educación. Buenos Aires: Losada, 1967.
- [4] SNTE. "Una Mirada a las Teorías y Corrientes Pedagógicas". Compilación, Colegiado Nacional de Desarrollo Educativo, Cultural y Superación Profesional, 2013
- [5] Fundamentación pedagógica y metodológica. Parque Explora, Medellín, 2020
- [6] "Buenas prácticas en Angular", Medium, 2021. [Online]. Disponible en: <https://medium.com/angular-chile/buenas-practicas-en-angular-74663897c059>.
- [7] "F.I.R.S.T principles of testing", Medium, 2021. [Online].

Disponible en: <https://medium.com/@tasdikrahman/f-i-r-s-t-principles-of-testing-1a497acda8d6>.

- [8] "API Documentation & Design Tools for Teams | Swagger", Swagger.io, 2021. [Online]. Available: <https://swagger.io/>.