

ARTÍCULO ORIGINAL

Software de apoyo a la transformación digital del proceso de formación doctoral en la Universidad de Matanzas

Software to support the digital transformation of the doctoral training process at the University of Matanzas

Alfredo David Morales Alfonso
david@nauta.cu • <https://orcid.org/0009-0001-9997-7844>

UNIVERSIDAD DE MATANZAS

Walfredo González Hernández
walfredogh@gmail.com • <https://orcid.org/0000-00018974-3721>

UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTHA ABREU" DE LAS VILLAS

Ricardo Patricio Medina Chicaiza
medina_patricio@yahoo.es • <https://orcid.org/000-0002-2736-8214>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, SEDE AMATOS UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATOS

Recibido: 2024-05-11 • Aceptado: 2024-09-12

RESUMEN

Las universidades introducen cada vez más tecnologías para transformarse digitalmente, lo que lleva a una transformación cultural que les permite obtener valores agregados. Este artículo aborda la implementación de un software para la transformación digital de los procesos de formación doctoral, en la Universidad de Matanzas. Para ello, se realiza una sistematización sobre transformación digital que permita describir sus procesos fundamentales, así como los principales modelos que permiten su introducción en las universidades. La metodología utilizada es Rational Unified Process, debido a que este software también se integrará a otros en el ecosistema digital de la universidad. Esta metodología permite una descripción detallada basada en modelos gráficos de cada uno de los procesos de desarrollo de los *software*. Por último, se describen las fases de la implementación del sistema, utilizando el lenguaje de modelado *Unified Modelling Language*.

Palabras clave: transformación digital, formación doctoral, *software*.

ABSTRACT

Universities are introducing more and more technologies to digitally transform themselves, which leads to a cultural transformation that allows them to obtain added values. The paper deals with the implementation of a software for the digital transformation of doctoral training processes at the University of Matanzas. A systematisation of digital transformation is carried out in order to describe its fundamental processes, as well as the main models that allow its introduction in universities. The methodology used is Rational Unified Process because this software will also be integrated with others in the digital ecosystem of the university. This methodology allows a detailed description based on graphical models of each of the software development processes. Finally, the phases of the system implementation are described using the Unified Modelling Language.

Keywords: digital transformation, doctoral training, software.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías se introducen más cada día en todos los ámbitos de la sociedad y la educación superior no escapa a su impacto. Desde sistemas para la gestión de los procesos académicos hasta recursos didácticos digitales, las universidades están introduciendo más cantidad de tecnologías en sus procesos sustantivos. La transformación digital (TD) de las universidades es un proceso que las está llevando hacia la universidad digital (Fernández, Gómez, Binjaku, & Meçe, 2023).

Para Cuenca, Matilla, & Compte-Pujol (2020, p. 78), la TD es «[...] el proceso de gestión que orienta la cultura, la estrategia, las metodologías y las capacidades de una organización a partir de las tecnologías digitales». De esta definición se asume que la TD no es la introducción de herramientas informáticas en los procesos universitarios, sino que conlleva a una transformación cultural de la organización educativa.

Hansong & Zhen (2022, p. 185) proponen que la TD es «[...] el proceso donde se usan las nuevas tecnologías digitales [...] para expandir las oportunidades de negocio, mejorar las experiencias de los consumidores, racionalice los procesos y desarrolle nuevos modelos de negocio». Aun cuando esta definición está orientada hacia organizaciones empresariales, no es posible olvidar que las universidades también funcionan como empresas que buscan financiamiento para sus procesos, fundamentalmente para la investigación. Sin embargo, resulta importante hacer énfasis en la racionalización de los procesos, teniendo en cuenta el alto nivel de creatividad que se necesita para todos los procesos sustantivos universitarios. La literatura asegura que los procesos subordinados a los planes son uno de los aspectos organizacionales que más dañan la creatividad (Rumanti, Rizana, & Achmad, 2023). Por tanto, una racionalización de los procesos con una estrategia informacional que pida la información suficiente y que la haga accesible a toda la universidad ayudaría, entre otros aspectos, al incremento de la creatividad en sus empleados.

Fonts & Stable (2024) plantean la necesidad de desarrollar competencias digitales, informacionales y mediáticas en los integrantes de una organización que se pretenda transformar digitalmente para el contexto cubano. A pesar de que Santana & Deler (2023) proponen tres dimensiones para la introducción de tecnología en la

educación cubana, denominadas «tecnológica», «didáctica» y «psicopedagógica», se considera que se pueden integrar las dos últimas dimensiones y se asume la postura de Medina & González (2020), con dimensiones estéticas, ergonómicas, tecnológicas, de gestión y pedagógicas. También en el contexto cubano es importante destacar la resistencia al cambio en los actores institucionales (Rodríguez, Díaz, Navarro, & Álvarez, 2023), cuestión importante en la formación doctoral, donde la gestión informática lograría un avance en la eficacia y eficiencia documental de los expedientes de los doctorandos.

Todas las definiciones de TD que se han analizado hasta el momento abordan las tecnologías digitales, como soporte de los procesos universitarios. Por tanto, un primer paso para avanzar hacia la transformación de la cultura universitaria hacia una cultura digital, es la obtención de herramientas informáticas que den soporte a los procesos universitarios y que se puedan integrar en un ecosistema digital. La comunicación entre sistemas es un paso esencial para lograr el intercambio de información entre los diferentes actores y procesos que intervienen en las actividades de las universidades. A procesos integrados les corresponden sistemas integrados, de manera que no haya pérdida ni retraso en el procesamiento de la información y que ello permita la toma de decisiones de manera eficiente y eficaz.

La investigación es uno de los procesos universitarios más importantes del quehacer de profesores e instituciones, de ahí la necesidad de su transformación digital. Uno de los procesos investigativos que marca pautas por su rigor e impacto en el desarrollo de los investigadores resulta la formación doctoral. Por eso, la TD de los procesos de formación doctoral se torna imprescindible, como primer paso para seguir transformando.

Como proceso largo y complejo, la formación doctoral lleva al desarrollo de investigaciones que prepara a los especialistas para conducir investigaciones con alto rigor y aplicación inmediata en las condiciones sociales y económicas de un país (Silva & Sanzana, 2023). Los procesos de formación doctoral están inscritos en lo que se ha denominado «programas de formación doctoral» (Chen, Mewburn, & Suominen, 2023; González & Núñez, 2019), cuya función fundamental es organizarlos. Los programas de formación doctoral se establecen en las universidades, teniendo en cuenta las áreas de mayor prestigio en los procesos de investigación y donde se encuentran los doctores de mejores resultados en la investigación científica.

Los programas poseen una estructura que depende de las características de cada centro y las regularidades que permite la ley de formación doctoral en cada país. Sin embargo, como regularidad, es un espacio de promoción y debate de las ideas compartidas sobre la ciencia, que desarrollan (Silva- & Sanzana, 2023). Por tanto, la organización de talleres donde se realicen debates acerca de los diferentes temas científicos, es tarea de los programas de formación doctoral, los cuales, además, confluyen en espacio y tiempo con los proyectos de investigación, donde se establece un flujo informacional.

Entonces se infiere que los encargados de la gestión de la información asociada a los procesos de formación doctoral, manipulan un gran número de documentos que certifican las asignaturas aprobadas, los talleres realizados, las publicaciones y los eventos en que participan, por cada uno de los doctorandos. Esta manipulación se realiza de forma manual, con documentos impresos y mediante el correo de los encargados, lo que genera pérdida de información y lenta manipulación. Para agilizar estos procesos es necesario implementar una aplicación web que gestione la información asociada a los procesos de formación doctoral.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada es *Rational Unified Process* (RUP), que guía todo el proceso de desarrollo de software. Esta metodología es iterativa, pues el sistema se va desarrollando por iteraciones en las que se obtienen versiones del producto final, de ahí su carácter incremental (Thebe, 2020). El uso de esta metodología permite obtener un sistema que cumpla con las necesidades de los clientes identificados, que son los programas de formación doctoral de la Universidad de Matanzas. La complejidad es alta, por las especificaciones que plantea la ley, lo que garantiza la estabilidad de los requisitos y la gran cantidad de documentos que se manejan en un tiempo relativamente corto. Para la descripción de cada fase se utiliza el lenguaje de modelado *Unified Modelling Language* (UML), que provee de artefactos para ese propósito. Se presentará un diagrama por cada fase en el proceso de admisión.

El método de la entrevista se aplicó a los miembros del comité doctoral; la presidenta de la Comisión de Grados Científicos, de la Universidad de Matanzas; y los integrantes de las líneas, lo que permitió realizar una descripción con mayor profundidad de los procesos realizados, y de aquellos que han sido creados por la comisión de grados y el programa que no aparecen en la ley.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la etapa de concepción del sistema fueron estudiadas todas las resoluciones y normativas que regulan la formación doctoral en Cuba (Consejo de Ministros, 2005; Díaz-Canel, 2019). La formación doctoral está organizada en grandes áreas temáticas, donde los doctorandos reciben su título. En la Universidad de Matanzas, las titulaciones doctorales se dan en once áreas y están autorizados los siguientes programas: Ciencias Agropecuarias, Ciencias Empresariales, Ciencias Económicas, Ciencias de la Educación, Ciencias de la Cultura Física y Ciencias de Manufactura Avanzada. Cada uno de estos programas de formación doctoral se subordinan a la Comisión de Grados Científicos y, a su vez, esta se subordina a la Comisión Nacional de Grados Científicos (Saborido, 2019). Las dos comisiones de grados tienen responsabilidades y en las universidades la fundamental es dirigir el proceso de formación doctoral de cada uno de los programas de formación de la institución. En el artículo 4 de la ley se consigna:

La Comisión de Grados Científicos de una institución autorizada para la formación de doctores está responsabilizada con la aprobación y el control de los procesos de admisión, formación y evaluación de los programas de doctorado que le han sido aprobados; así como con la tramitación de los documentos de tesis al tribunal de grado correspondiente para su defensa y el otorgamiento del grado de doctor en determinada área del conocimiento (Saborido Loidi, 2019, p. 1437).

De la entrevista y encuesta aplicada se detectó que en los programas de formación doctoral se agrupan los doctores integrados, cuyas investigaciones sean afines al programa adscrito a una universidad cubana. Cada programa de formación doctoral posee una dirección denominada en la ley, como Comité de Doctorado que está compuesto por: «[...] Coordinador y un máximo de diez (10) y un mínimo de cinco (5) doctores, con representantes de cada línea de investigación» (Saborido, 2019, p. 1437).

El comité doctoral en el artículo 3 de la resolución 138 establece:

El Comité de Doctorado tiene como funciones gestionar el desarrollo académico del programa, ejecutar el proceso de admisión, proponer el ingreso de los doctorandos, elaborar y controlar el plan de formación individual de cada uno de ellos y coordinar la actividad de las instituciones participantes y colaboradoras del programa (Saborido Loidi, 2019, pp. 1437-1438).

La formación doctoral lleva como primer proceso la admisión y, después, elaborar el plan de trabajo de cada doctorando. También se desprende que los programas contienen varias líneas de investigación y es lícito suponer

que los doctorandos se involucren en aquella que se ajuste más al tema. Por tanto, cada línea de investigación de un programa de formación doctoral posee un conjunto de tesis de doctorados asociadas. Esto devela una estructura piramidal que también se tiene en cuenta para la aprobación de los temas.

La entrevista con los miembros del comité doctoral y la encuesta al claustro, demostraron que los aspirantes que deseen inscribirse en un programa de formación doctoral deben enviar sus propuestas en un documento denominado «Anexo I», al comité de formación doctoral, y este lo envía a la línea, la que a su vez distribuye el tema y convoca a un taller con aquellos especialistas entre los cuales se encuentran los doctores de la línea. A partir del debate que se establece, se decide aprobar, desapropar o aprobar con recomendaciones. Los temas aprobados con recomendaciones y desaprobados se someten a nuevas sesiones, hasta que estén bien hechos. Estos temas se envían nuevamente al comité doctoral que los envía a la comisión de grados científicos de la universidad, para su aprobación.

La comisión de grados científicos de la universidad revisa los documentos pertinentes (Superior, 2024), los aprueba y envía al jefe de la institución autorizada para su aprobación final. Una vez lograda la aprobación final, se envía la documentación a la secretaría general de la institución, para verificar que se hayan llenado todos los datos que contempla la ley (Superior, 2024) y es entonces que se considera matriculado. A partir de ese momento se encuentra oficialmente en proceso de formación doctoral, se le asignan tutores y tiene 4 años para finalizar su formación doctoral, a partir de un plan de trabajo que es elaborado con los tutores y se entrega en el programa. Entonces los tutores acompañan al doctorando en todos los procesos que serán descritos posteriormente.

Una vez que ha sido declarado doctorando, comienza a participar en los talleres que haya designado el programa de formación doctoral y su participación en ellos va otorgando créditos en función de la calidad de sus presentaciones. Otros créditos son otorgados por las publicaciones que obtengan y la calidad de estas, según las indicaciones que ha emitido la Comisión Nacional de Grados Científicos de la República de Cuba. Para entregar las publicaciones deben fotocopiar la primera página del artículo donde están los datos principales. También se otorgan por la participación en eventos y según el nivel del evento así serán los créditos otorgados; además, reciben créditos por participar en los talleres de otros doctorandos y aportar ideas. Todos estos créditos son entregados por el programa. La secretaría va conformando los expedientes con los documentos que acreditan los créditos, según los que atiendan el doctorando por el comité.

Una vez concluidos todos los créditos, el programa de formación doctoral presenta a la Comisión de Grados Científicos de la universidad el expediente del doctorando y una propuesta de tribunal de predefensa, que estará compuesto únicamente por doctores y cuya misión es evaluar la memoria escrita y la presentación que haga el doctorando. Una vez definido el tribunal, el doctorando debe entregar la tesis 3 meses antes de su defensa. La evaluación tiene calificaciones: aprobado, aprobado con modificaciones y desaprobado. En el primer caso pasa a defensa, en el segundo caso tiene 90 días para corregir los señalamientos y entregar a una comisión que verifica las correcciones, y en el tercer caso se le da una única oportunidad de presentar 6 meses después. Cuando se decide el paso a la defensa, el programa vuelve a proponer tribunal y la comisión de grados aprueba el tribunal de defensa. En este acto de defensa solo se admite aprobado o suspenso. En los tribunales la votación es secreta y se levanta acta del acto de defensa. Posterior al acto de defensa, la Comisión de Grados Científicos crea una comisión de doctores encargada de la revisión de los documentos contenidos en el expediente que se encuentra en secretaría, así como de la presentación y propuesta de otorgamiento, y elabora el resumen para la entrega del título, teniendo en cuenta el miembro que la representó en el acto de defensa. Esta comisión debe profundizar en los resultados de defensa y llevar a la Comisión de Grados Científicos la propuesta de otorgamiento o no, en caso de votación contraria o no unánime. Los resultados de la comisión de doctores se llevan a la sesión plenaria de la Comisión de Grados Científicos y se toman los acuerdos en relación con el otorgamiento o no del título.

Una vez aprobado, sea en primera o segunda defensa, se entrega el expediente en secretaría con los anexos estipulados por la ley (Superior, 2024), para cerrarlo, custodiarlo y archivarlo, y expedir las certificaciones correspondientes. Terminado este proceso, el jefe de la institución autorizada aprueba la resolución emitida por la secretaría general, que se encarga de inscribir el título en el libro, elabora el título y lo entrega para su firma al jefe de la institución autorizada. Después se siguen otras acciones que involucran a la Comisión Nacional de Grados Científicos y que no serán modeladas en este proceso.

Esta descripción del proceso de formación doctoral cubano es importante, pues el sistema que se realice debe estar en consonancia. La transformación del proceso estriba en varias formas de hacer. En primer lugar, toda la documentación del proceso se realiza de manera digital, lo que elimina la presencialidad y temporalidad de la entrega de documentos. En segundo lugar, agiliza los procesos de formación, en tanto la comunicación transcurre por vías digitales. En tercer lugar, elimina la presencialidad física en los procesos de formación doctoral, pues los miembros de los tribunales pueden asistir de manera virtual. Agrega también la trazabilidad de todas las acciones que se realicen por todas las instancias en la formación doctoral.

De las entrevistas y la lectura de estos documentos se ha decidido dividir el sistema en dos subsistemas independientes. El primero comienza con la presentación del tema y culmina con su aprobación por la comisión de grados de la universidad. El segundo comienza con la declaración como doctorando y la entrega del plan de trabajo, y culmina con la defensa. La descripción de cada uno de los procesos del negocio se realiza utilizando el modelo de diagrama de casos de uso del negocio. Los artefactos que componen este modelo son los actores, quienes se encargan de interactuar con los procesos y los casos de uso representan los procesos. Cuando se usa la notación BPMN (Zafar et al., 2019), los actores son los que se presentan en la fila y los procesos se colocan en cuadro, comunicándose entre ellos, como se muestra en la figura 1. Se utiliza la notación BPMN para lograr una mejor comprensión de los actores involucrados en los procesos. Los usuarios del sistema son todos los interesados en formarse como doctores, doctorandos, doctores del programa e integrantes del comité de formación doctoral.

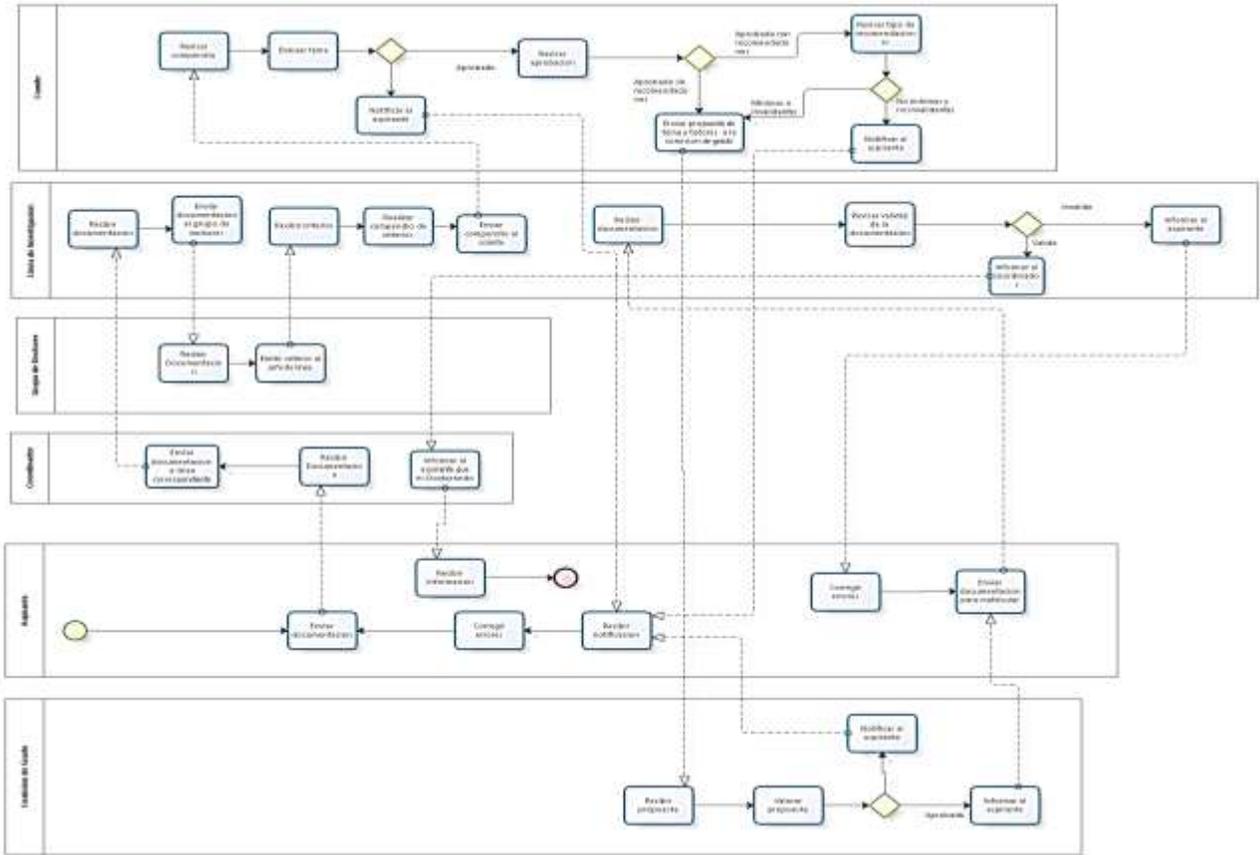


Fig. 1 Representación del proceso de inscripción, usando la notación BPMN (Fuente: Elaboración de los autores).

En la figura 1 se describe todo el proceso necesario para matricular la formación doctoral y declararse doctorando. En este proceso se declaran seis roles que interactúan en el proceso y cada uno de ellos ejecutan en total treinta y un procesos. De ellos, se tienen en cuenta aquellos procesos que sean computables y cumplan con las condiciones.

En la figura 2 se pueden observar los procesos para la gestión de la información asociada a la formación doctoral.

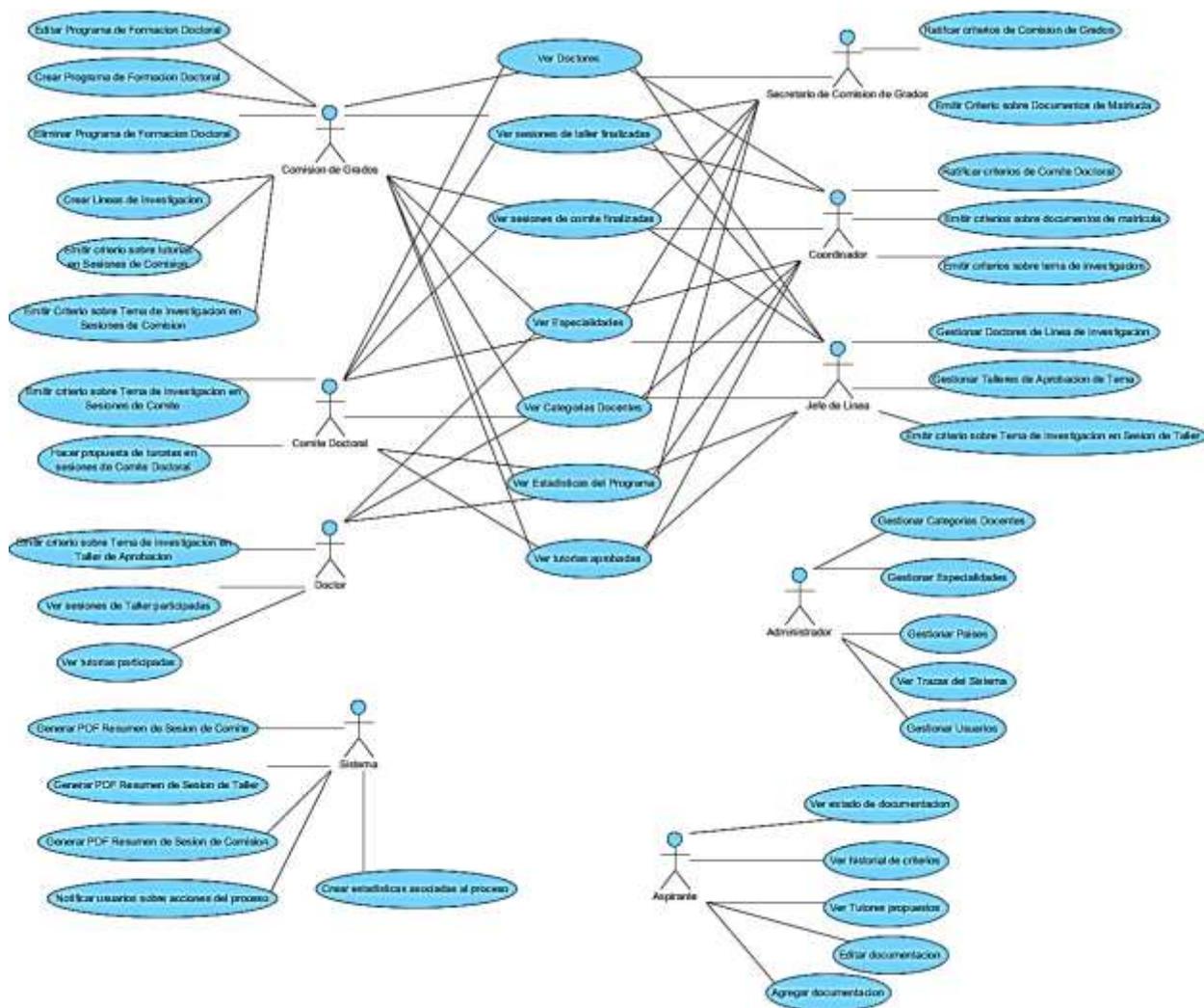


Fig. 3 Descripción del paquete de inscripción (Fuente: Elaboración de los autores).

En la figura 3 se describen cada una de las funcionalidades del sistema y los actores que interactúan con él. Incluso existen funcionalidades que no se describen en los procesos reales, que son necesarios para el correcto funcionamiento del sistema: crear doctor, eliminar doctor, crear roles de usuario, entre otros. Aún faltan más detalles de este proceso, como la explicación de cada uno de los casos de uso, pero que no se agregan para ahorrar espacio.

La elaboración es el proceso donde se declara con mayor detalle todas las funcionalidades del sistema (Löhr, 2023). Uno de los diagramas que mejor muestra cómo trabaja cada funcionalidad es el diagrama de secuencia. A cada uno de los casos de uso del sistema le corresponde un diagrama de secuencia que muestra el trabajo de la funcionalidad, desde que el actor interactúa con la funcionalidad hasta que se muestra por pantalla el resultado. En este caso se mostrará el diagrama de secuencia del caso de uso «Notificar Acciones», por ser uno de los más simples en la figura 4.

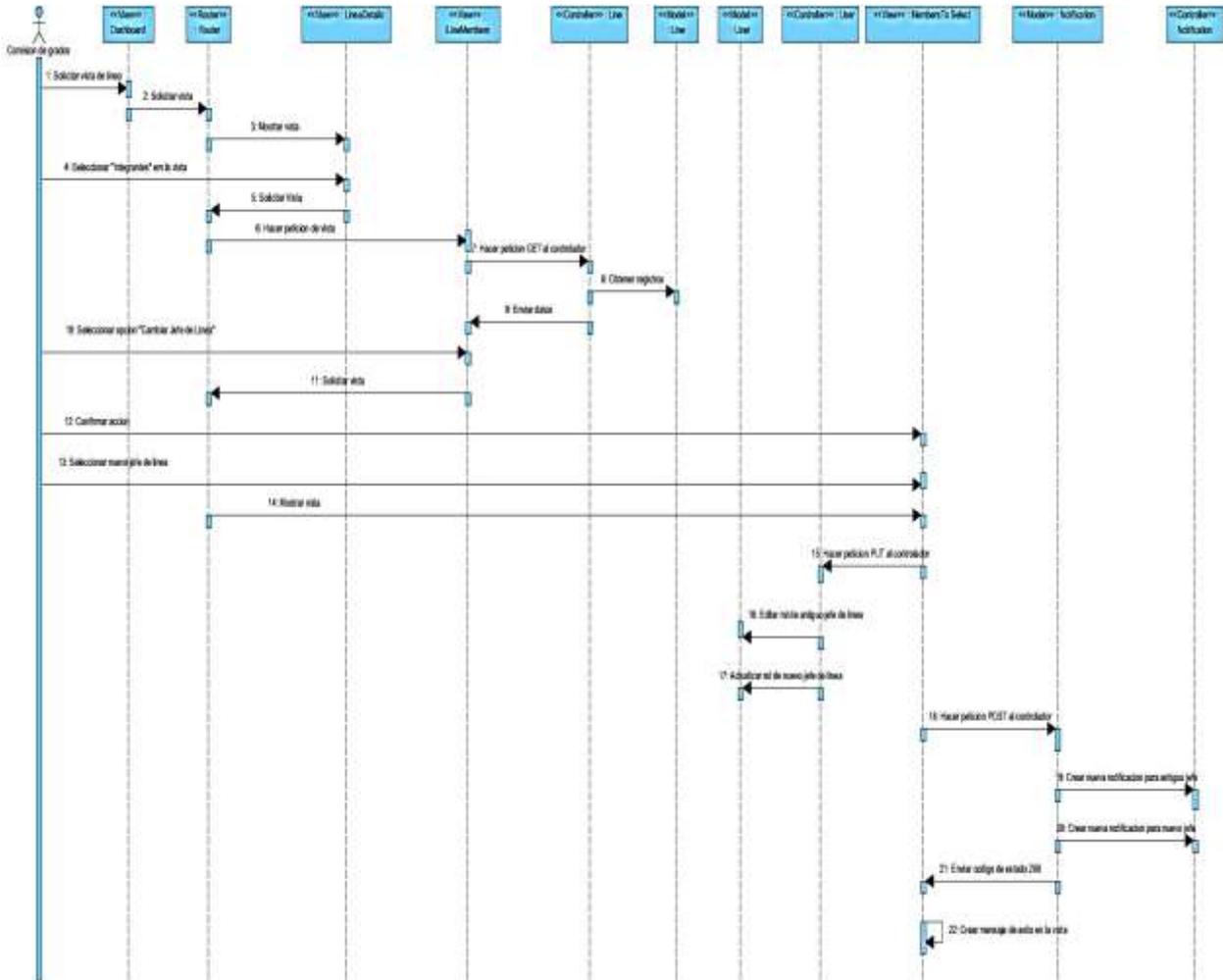


Fig. 4 Diagrama de Secuencia de Notificar Acciones (Fuente: Elaboración de los autores).

En la figura 4 se muestran todas las clases que intervienen en el proceso y cómo se comunican entre ellas para notificar a cada doctor que ya está en la plataforma los documentos del doctorando y que pueden revisarlo. Cada una de las flechas indica la solicitud de una clase a otra, sobre una parte del proceso que se necesita para lograr que la funcionalidad se ejecute bien. En total en esta parte se obtienen treinta y cuatro modelos, de los cuales se presenta uno de los menos complejos para lograr una mejor visualización.

La construcción del sistema implica la codificación y las pruebas del sistema a nivel de equipo de desarrollo. Para la implementación se ha seleccionado el lenguaje de programación PHP, por ser uno de los lenguajes de programación más utilizados para el desarrollo web. Otro elemento de peso para esa decisión es que los códigos desarrollados en PHP cuentan con soporte en el ecosistema digital de la universidad, lo que garantiza su despliegue.

El siguiente código muestra la funcionalidad asociada a la emisión de la propuesta de un coordinador de taller al coordinador del programa. En esta propuesta se plantea si han obtenido los créditos asociados y la valoración cualitativa.

```
=====
EMITIR PROPUESTA DE COORDINADOR DE TALLER==
=====
export const checkByAppovementTaller = async (req, res) => {
  try {
    const options = await getUserData(req);
    const { proposal, description, lineId, idDocument } = req.body;
    const proposl = await getIdByProposalTaller(proposal);
    const doc = await req.Tema.findByPk(idDocument);
    const aspirantId = doc.aspirantId;
    await req.Taller.update(
      {tallerProposalId: proposl,},
      {where: {
        aspirantId,}, });
    await req.State.update(
      {tallerProposalId: proposl,},
      {where: {
        documentId: idDocument,},
        individualHooks: true, options: options,});
    const state = await req.State.findOne({
      where: {
        documentId: idDocument,},});
    await createNotification(
      aspirantId, `Su Tema ha sido ${proposal} en Taller`);
    const prop = await getProposalByIdComite(state.comiteProposalId);
    const propDos = await getProposalByIdComision(state.comisionProposalId);
    if (prop === "No aprobado" && proposal === "Aprobado") {
      await req.State.update(
        {comiteProposalId: await getIdByProposalComite("Pendiente a nueva revision"), },{
          where: {
            documentId: idDocument,},
            individualHooks: true,
            options: { ...options, username: "Sistema" },});}
    if (propDos === "No aprobado" && proposal === "Aprobado") {
      await req.State.update({comisionProposalId: await getIdByProposalComision("Pendiente a nueva revision"),},
        {where: {documentId: idDocument,}, individualHooks: true,
          options: { ...options, username: "Sistema" },});}
    await createCriterionHistorial(options, idDocument, proposal, "Taller de Aprobación", description);
    if (proposal === "Aprobado") {await createComite(req, aspirantId, options, lineId);}
    return res.json({ msg: "Accion realizada exitosamente" });
  } catch (error) {console.log(error); const err = errorHandler(error);
  res.status(err.code).json(err.errors); } };
```

Para demostrar la realización de las pruebas necesarias se mostrará la prueba realizada al caso de uso «Notificar Acciones» (tabla 1).

Tabla 1. Caso de prueba «Notificar Acciones»

Caso de prueba	1
Requerimiento	Servidor corriendo en puerto 8000 y conexión a Base de Datos
Acción	Crear notificación
Tipo de Prueba	Funcional
Hardware	Sistema de cómputo con un Procesador AMD-A12 - Memoria RAM de 8GB.
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Operativo: Windows 11 • Base de Datos MariaDB – • Navegador: Google Chrome 119.0.60 • Servidor Web: Node.js 18
Personal	Desarrollador
Caso de Prueba Funcional	1
Datos de Entrada	Id de usuario , texto de notificación
Datos de Salida (Caso Éxito)	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje: «Usuario notificado correctamente».
Datos de Salida (Caso Error)	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje: «No se encontró al usuario con ese id».
Datos de Salida (Caso de Error 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje: «Error de validación». • Objeto: Campos inválidos y descripción de errores

(Fuente: Elaboración de los autores)

En las figuras 5 y 6 se muestran las pruebas funcionales realizadas a este caso de uso «Notificar Acciones».

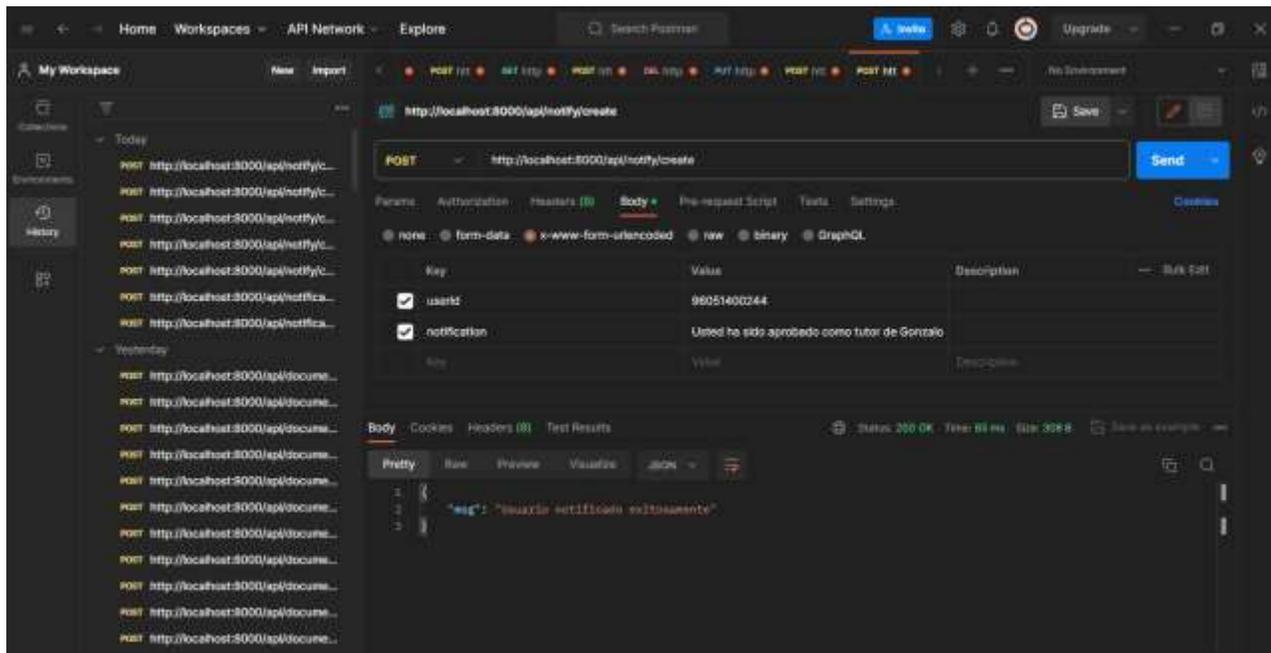


Fig. 5 Caso de Prueba 1. Prueba Funcional. Caso de Éxito (Fuente: Elaboración de los autores).

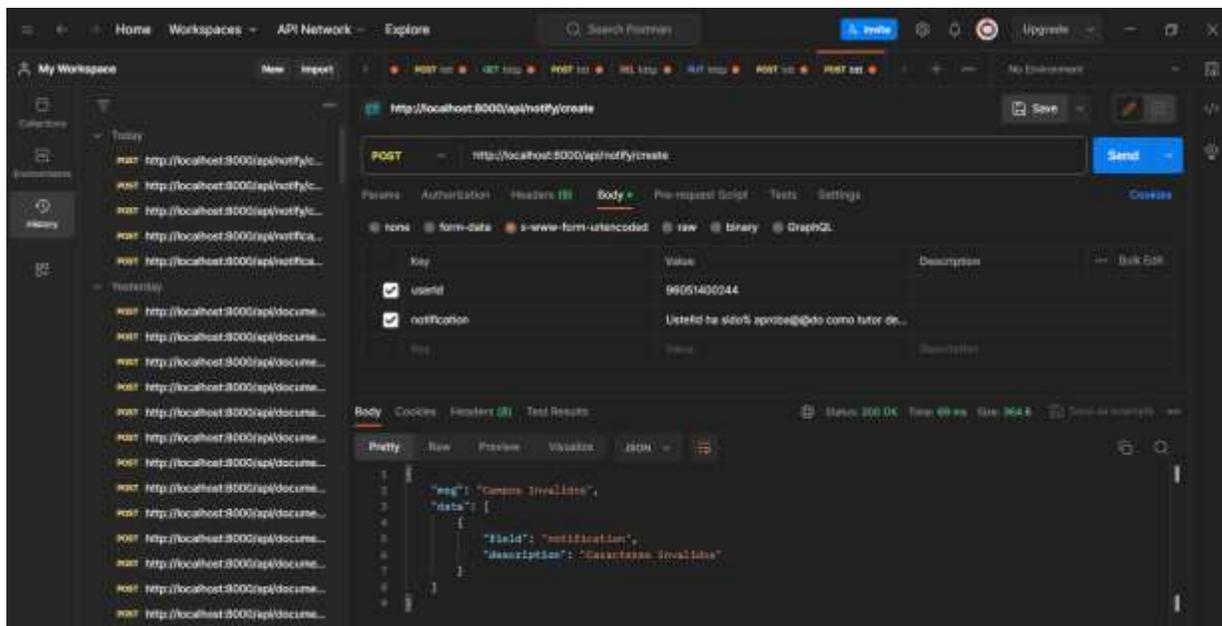


Fig. 6 Caso de Prueba 1. Prueba Funcional. Caso de Error 2 (Fuente: Elaboración de los autores).

En el caso de la fase de transición no será explicada, pues el sistema aún se encuentra en fase de pruebas en el entorno de desarrollo y no se ha implantado. Sin embargo, se han obtenido resultados de eficiencia y costo para el proceso Admisión de Doctorando. Para los cálculos se ha asumido que los doctores que forman parte de un

programa de formación doctoral son titulares, por lo que su salario básico es 5 100 cup. En la tabla 2 se muestran los resultados.

Tabla 2. Ahorro anual y mensual del proceso Admisión Doctorando

Usuarios	Tiempo Usuario (h)	Tiempo Sistema (h)	Diferencia Tiempo	Ahorro Salario	Ahorro Salario Mensual	Ahorro Salario Anual
Coordinador de programa	0,5	0,12	0,38	10,26	307,8	3 693,6
Jefe de Línea	0,5	0,2	0,3	8,1	243	2 916
Miembro tribunal	0,5	0,2	0,3	8,1	243	2 916

(Fuente: Elaboración de los autores)

La reducción del costo total para el proceso es de 793,8 mensual y 9525,6 anual, lo que significa un ahorro considerable para un único doctorando. La Universidad de Matanzas recibió en el programa de formación doctoral de educación 20 doctorandos, lo que significaría un ahorro de 190 512 en total anual. La implantación será a través del grupo de informatización de la Universidad de Matanzas y ellos realizan el despliegue en el ecosistema de la universidad.

CONCLUSIONES

La TD de los procesos universitarios es importante y necesaria para llegar a la universidad digital. La implicación de los actores de los procesos universitarios en la TD es imperiosa, pues son ellos los que ejecutan las acciones a través de los sistemas informáticos y se apropian de una cultura digital. Al mismo tiempo, son los que generan el valor agregado.

Se ha obtenido un sistema que permite la transformación del proceso de formación doctoral de la Universidad de Matanzas. Las pruebas realizadas y el cálculo de la eficiencia y los costes asociados permiten aseverar que se podrán gestionar mayor cantidad de doctorandos en menor tiempo. Queda como investigación futura adicionar módulos de análisis de temas y evaluación de la eficacia de las tutorías y ejecución del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto institucional de la Universidad de Matanzas, por su apoyo en la realización de este trabajo; a la vicerrectora de Investigaciones y al programa de formación doctoral de la misma universidad, por su apoyo en la realización del sistema.

REFERENCIAS

Chen, L. A., Mewburn, I., & Suominen, H. (2023). Australian doctoral employability: a systematic review of challenges and opportunities. *Higher Education Research & Development*, 1-18. doi:10.1080/07294360.2023.2240715

- Cuenca Fontbona, J., Matilla, K., & Compte Pujol, M. (2020). Transformación digital de los departamentos de relaciones públicas y comunicación de una muestra de empresas españolas. *Revista de Comunicación*, 19(1), 75-92. doi:10.26441/RC19.1-2020-A5
- Consejo de Ministros (2005). Normas y resoluciones vigentes para el desarrollo de los grados científicos en la República de Cuba. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. La Habana.
- Díaz-Canel Bermúdez, M. (2019). Decreto - Ley No. 372/2019 Del Sistema Nacional de Grados Científicos (GOC-2019-772-O65). *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. La Habana.
- Fernández, A., Gómez, B., Binjaku, K., & Meçe, E. K. (2023). Digital transformation initiatives in higher education institutions: A multivocal literature review. *Education and Information Technologies*, 1-33. doi:10.1007/s10639-022-11544-0
- Fonts Fernández, C. L., & Stable Rodríguez, Y. (2024). Modelo de Competencias Digitales, Informacionales y Mediáticas para la Transformación Digital. *Revista gestión de las personas y tecnología*, 17(49), 31-52.
- González Campos, J. A., & Núñez Valdés, K. P. (2019). Perfil de egreso doctoral: una propuesta desde el análisis documental y las expectativas de los doctorandos. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(18), 161-175. doi:10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.604
- Hansong, C., & Zhen, T. (2022). Environmental uncertainty, resource orchestration and digital transformation: A fuzzy-set QCA approach. *Journal of Business Research*, 139, 184-193. doi:10.1016/j.jbusres.2021.09.048
- Löhr, G. (2023). Do socially disruptive technologies really change our concepts or just our conceptions? *Technology in Society* 72(1-6), 102160. doi:10.1016/j.techsoc.2022.102160
- Medina Chicaiza, P., & González Hernández, W. (2020). Metodología para el desarrollo de cursos virtuales de apoyo al aprendizaje combinado en el bachillerato unificado del Ecuador. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 6(12), 13-24.
- Rodríguez, R. E., Díaz, I. V. R., Navarro, D. C. R., & Álvarez, Y. S. (2023). Transformación digital y resistencia al cambio en la Educación Superior. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 16(11), 124-135.
- Rumanti, A. A., Rizana, A. F., & Achmad, F. (2023). Exploring the role of organizational creativity and open innovation in enhancing SMEs performance. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100045. doi:https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100045
- Saborido Loidi, J. R. (2019). Del Sistema Nacional de Grados Científicos (GOC-2019-774-O65). *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. La Habana.
- Santana Garriga, L. Á., & Deler Ferrera, G. (2023). La transformación digital en el contexto socioeducativo cubano. *Referencia Pedagógica*, 11(1), 59-74.
- Silva Fernández, M. A., & Sanzana Müller, P. C. (2023). Aprendiendo ciencias desde la infancia a la adultez: Historias de vida del estudiantado doctoral chileno y estadounidense en relación con sus experiencias y visiones sobre la naturaleza de la ciencia abierta y cerrada. *Revista Electrónica Educare*, 27(1), 1-15. doi:10.15359/ree.27-1.14510
- Superior, M. d. E. (2024). Resolución 26 de 2024. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. La Habana.

Thebe, L. (2020). Improving the Software Development Process in a Software Development Team - a Case Study. Master of Science in Technology. Aalto University, Helsinki.

Zafar, I., Azam, F., Anwar, M. W., Maqbool, B., Butt, W. H., & Nazir, A. (2019). A Novel Framework to Automatically Generate Executable Web Services From BPMN Models. IEEE Access, 7(93653-93677). doi:10.1109/ACCESS.2019.2927785

Copyright © 2024, Autores: Morales Alfonso, Alfredo David, González Hernández, Walfredo, Medina Chicaiza, Ricardo Patricio



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional