

USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y PRÁCTICAS INVESTIGATIVAS EN UNIVERSIDADES PÚBLICAS DEL PERÚ: UN ESTUDIO BASADO EN LÓGICAS DESCRIPTIVAS

Wilmer Ortega Chávez*, Enoc López Navarro**, Arnulfo Ortega Mallqui***, Judith Esther Gavidia Medrano***, Jani Monago Malpartida***, Rojas Flores Agustín Rufino***, Jessica Sara Valdiviezo Palacios****, Astrit Madelaine Lino Talavera*****.

*Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía Ucayali, Perú

**Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú

***Universidad Nacional "Hermilio Valdizan", Huánuco Perú

****Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes Perú

*****Universidad Peruana Unión

ABSTRACT

The use of Artificial Intelligence (AI) and the practice of scientific research in Higher Education centers in Peru is of vital importance for the scientific, economic, social, and educational development, among other aspects of the country. In the 21st century, the use of AI in daily life has increased in quantity and quality. In addition, the development of a country without the use of these technologies is inconceivable. But as in other contemporary aspects, AI and scientific research deepen the gap between developing countries with respect to developed ones. This article proposes a model based on descriptive logics, which allows the representation and evaluation of knowledge around the use of AI and research in state universities in Peru. The represented knowledge can be refined, socialized and enriched by specialists. It can also be represented in the form of ontologies, which can be materialized with the help of the famous Protégé software.

KEYWORDS: Scientific research, Artificial Intelligence, Higher Education, Descriptive Logics, ontologies, Protégé.

MSC: 03B42, 03B65, 03B80, 68T30, 68T35, 97B40, 97M70.

RESUMEN

El uso de la Inteligencia Artificial (IA) y la práctica de la investigación científica en centros de la Educación Superior en Perú es de importancia vital para el desarrollo científico, económico, social, educativo, entre otros aspectos del país. En el siglo XXI ha aumentado en cantidad y calidad el uso de la IA en la vida diaria. Además, es inconcebible el desarrollo de un país sin el uso de estas tecnologías. Pero como en otros aspectos de la contemporaneidad, la IA y la investigación científica hacen más honda la brecha entre países en vías de desarrollo con respecto a los desarrollados. En este artículo se propone un modelo basado en las lógicas descriptivas, que permite la representación y evaluación del conocimiento en torno a la utilización de la IA y la investigación en universidades públicas del Perú. El conocimiento representado se puede refinar, socializar y enriquecer por parte de los especialistas. También se puede representar en forma de ontologías, las cuales pueden materializarse con ayuda del célebre software Protégé.

PALABRAS CLAVES: Investigación científica, Inteligencia Artificial, Educación Superior, Lógicas Descriptivas, ontologías, Protégé.

1. INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) ha tenido un impacto significativo en la investigación científica universitaria en las últimas décadas y seguirá desempeñando un papel crucial en el futuro ([14]). La IA es un campo de la informática que se enfoca en el desarrollo de algoritmos y sistemas capaces de realizar tareas que requieren inteligencia humana. Esto incluye el aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora y más. Existen múltiples formas de aplicación de la IA en los procesos de investigación universitarias, dentro de las cuales destacan el análisis de grandes conjuntos de datos, la IA puede procesar y analizar importantes volúmenes de datos de manera rápida y eficiente que los métodos tradicionales no son capaces de realizar. Esto es especialmente útil en campos como la astronomía, la biología, la genómica y la climatología, donde la recopilación de datos a gran escala es común.

Aunque la IA ha brindado numerosos beneficios a la investigación científica universitaria, también presenta desafíos éticos y sociales. La transparencia, la interpretación de los resultados y la equidad en el acceso a las tecnologías de IA son temas importantes que los investigadores deben abordar para garantizar que la IA se utilice de manera responsable y beneficiosa para la sociedad [15].

El uso de la IA en la investigación científica y la educación superior puede tener efectos diferenciales en los países en vías de desarrollo en comparación con los países desarrollados, lo que puede llevar a un aumento de la brecha entre ellos.

Para reducir la brecha, es fundamental que los países en vías de desarrollo inviertan en la formación de talento en IA, fomenten la colaboración internacional y promuevan políticas que faciliten la transferencia de tecnología y conocimientos. Además, la cooperación global en torno a la ética y la regulación de la IA puede asegurar que se utilice de manera responsable y equitativa en beneficio de toda la humanidad ([5]).

El uso de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior ha incrementado su presencia y es de esperar que aumente mucho más en el futuro [6][14][21]. Se puede mencionar el uso de herramientas de la IA como son: el Aprendizaje de Máquina (*machine learning*) para reconocer patrones y hacer predicciones, que se ha usado en la orientación de estudiantes. Las Analíticas de Aprendizaje (*learning analytics*) se encargan de medir, recolectar, analizar y reportar los datos de los estudiantes y sus contextos para optimizar el aprendizaje y el ambiente en el cual ocurre. Otras herramientas de la IA se han utilizado en el aspecto logístico, económico y financiero de las universidades, como la estimación del número de estudiantes en los grupos, la planificación del currículo, la asignación de recursos como la ayuda financiera y las facilidades a estudiantes que lo necesiten. Otras aplicaciones de la Inteligencia Artificial en este campo incluyen la inclusión de tutores personalizados, el apoyo inteligente para el aprendizaje colaborativo y la realidad virtual inteligente.

Para profundizar aún más en las aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior, se amplía la explicación sobre los siguientes aspectos educativos:

- Trazado de perfiles y predicción: Algunas herramientas de la Inteligencia Artificial se utilizan para estudiar los perfiles de los estudiantes o predecir aspectos como la probabilidad de que un estudiante abandone los estudios prematuramente, o que sea admitido en un programa específico. Este es un aspecto de gran importancia, porque tiene relación con la sostenibilidad del sistema educativo, para planificar con eficiencia los recursos asignados a las universidades.
- Sistemas de Tutoría Inteligente: Son sistemas automatizados que acompañan a los estudiantes en el aprendizaje, porque los evalúa, detecta sus fallas, los provee de preguntas y ejercicios prácticos para responder, les organiza el conocimiento, facilita la cooperación entre los estudiantes, les sugiere materiales por donde estudiar, los guía de qué hacer ante cada problema, entre otras muchas tareas.
- Monitoreo y evaluación: Cuando existe una cantidad elevada de estudiantes, es conveniente contar con sistemas automáticos de evaluación que ayuden al profesor a controlar el aprendizaje de los alumnos. También esto puede ser útil para el monitoreo de la asimilación de contenidos.
- Sistemas adaptativos y personalizados: Es el sistema que provee a los estudiantes de los contenidos, materiales y ejercicios personalizados que mejor se adapten a su forma de aprendizaje individual. El sistema es capaz de juzgar cuándo es necesario introducir un contenido determinado, cuáles son las debilidades de los estudiantes en su aprendizaje para reforzarse con un material específico. A qué nivel y qué contenido son necesarios para que el estudiante en particular lleve a cabo de manera adecuada el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El objetivo principal de este artículo es ofrecer un modelo evaluativo de la situación del uso de la IA y la investigación en instituciones públicas peruanas de educación superior. Para ello se formalizan las variables que se miden y el conocimiento con el apoyo de las lógicas descriptivas [3].

Las lógicas descriptivas son un conjunto de lógicas que permiten la formalización de manera estructurada del conocimiento sobre un dominio particular ([7][17][18][20]). La lógica clásica puede contener proposiciones que no necesariamente reflejen un contexto de la realidad, que es la limitación que las lógicas descriptivas tratan de superar. Estas lógicas tienen como ventajas que el conocimiento representado se puede socializar, discutir, perfeccionar, enriquecer, refinar, entre otras operaciones. Esto constituye una manera de hacer explícito el conocimiento implícito, que forma parte de la toma de decisiones de los expertos, pero que al ser un conocimiento inconsciente, los expertos no son capaces de explicar.

Estas lógicas son la base de las conocidas ontologías de la ciencia de la computación, que tiene en Protégé un software programado en el lenguaje Java que permite la representación y evaluación de conocimientos a partir de ontologías [10]. Protégé fue creado en la Universidad de Stanford en colaboración con la Universidad de Manchester. Específicamente, una ontología es la definición formal que se le da a tipos, propiedades y relaciones entre entidades que existen en un dominio de discurso específico [1]. Tiene un amplio uso en diferentes aplicaciones del conocimiento [9][12][16][19].

Este artículo utiliza un conocimiento expresado en forma de lógica descriptiva y que luego se representa en forma de ontologías con la ayuda del software Protégé. El modelo propuesto permite evaluar la situación de la IA o la investigación en todas o en una sola de las instituciones de educación superior del Perú.

El artículo presenta a continuación una sección de Preliminares, donde se tratan algunos conceptos importantes de la investigación y la IA en la Educación Superior y además se explican las nociones básicas de Lógicas Descriptivas. La sección llamada El Modelo contiene los detalles del modelo propuesto, además de los resultados de su validación por un grupo de expertos y su codificación en forma de ontologías expresado en el software Protégé. La última sección es la dedicada a dar las Conclusiones.

2. PRELIMINARES

Desarrollar procesos formativos en universidades en vías de desarrollo con el apoyo de la IA puede ser una estrategia efectiva para mejorar la calidad de la educación y cerrar la brecha con respecto a las instituciones de países desarrollados. Aquí hay algunas formas en que se puede implementar esta colaboración:

1. Asociaciones y colaboraciones internacionales: Las universidades en vías de desarrollo pueden establecer asociaciones y colaboraciones con instituciones académicas y empresas de países desarrollados que tienen experiencia en IA. Estas alianzas pueden facilitar la transferencia de conocimientos, tecnología y recursos para desarrollar programas de formación en IA.

2. Creación de centros de investigación ([5]).

La presente investigación parte de la hipótesis de que desarrollar procesos formativos en universidades en vías de desarrollo con el apoyo de la inteligencia artificial puede mejorar significativamente la calidad de la educación y aumentar el acceso a oportunidades de aprendizaje, lo que a su vez podría contribuir al desarrollo tecnológico y socioeconómico de dichos países.

La aplicación de la IA en los procesos formativos universitarios ha demostrado tener un impacto significativo y positivo en la educación superior. A continuación, se presentan algunas conclusiones importantes de esta aplicación: Personalización del aprendizaje: La IA permite adaptar la experiencia de aprendizaje a las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes. Al analizar datos sobre el rendimiento y la interacción del estudiante, la IA puede ofrecer recomendaciones personalizadas, ejercicios adaptativos y retroalimentación específica, lo que mejora la eficiencia y la eficacia del proceso educativo [8].

Acceso a la educación: La IA ha hecho posible que la educación superior sea más accesible para personas de todo el mundo. Las plataformas de aprendizaje en línea y los cursos basados en IA eliminan las barreras geográficas y permiten a los estudiantes acceder a contenido educativo de alta calidad sin importar su ubicación.

Mejora de la calidad educativa: La IA puede enriquecer el contenido educativo con tecnologías interactivas como simulaciones, realidad virtual y realidad aumentada, lo que facilita el entendimiento de conceptos complejos y hace que el aprendizaje sea más atractivo y efectivo [8].

Eficiencia y automatización: La IA puede automatizar tareas administrativas y repetitivas, como la corrección de exámenes y la gestión de registros estudiantiles. Esto libera tiempo para que los docentes se centren en actividades más creativas y de alto valor agregado, como la tutoría personalizada y la investigación.

Desarrollo de habilidades relevantes: La IA permite diseñar programas formativos que se ajustan a las necesidades del mercado laboral actual y futuro. Al identificar tendencias en la industria y necesidades de habilidades, las universidades pueden adaptar sus currículos para preparar a los estudiantes para empleos del futuro.

Investigación y análisis de datos: La IA facilita la investigación científica al analizar grandes cantidades de datos y encontrar patrones y relaciones complejas. Esto permite a los investigadores hacer descubrimientos más rápidamente y avanzar en diversos campos del conocimiento.

Enfoque en la retroalimentación: La IA puede brindar retroalimentación instantánea a los estudiantes sobre su rendimiento, permitiéndoles identificar áreas de mejora y ajustar su enfoque de estudio en consecuencia.

Adaptabilidad y mejora continua: La IA tiene la capacidad de aprender y mejorar con el tiempo, lo que permite una evolución constante de los sistemas educativos y garantiza que se mantendrán actualizados con los avances tecnológicos y científicos.

En general, la aplicación de la IA en los procesos formativos universitarios está transformando la educación superior, haciendo que sea más accesible, personalizada y eficiente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación exitosa de la IA en la educación requiere un enfoque ético y responsable para garantizar la privacidad de los datos, la equidad en el acceso y la toma de decisiones informadas. La colaboración entre académicos, tecnólogos y responsables políticos es esencial para aprovechar plenamente el potencial de la IA en el ámbito educativo.

Las Lógicas Descriptivas (LD) están formadas por una familia de lenguajes de representación de conocimiento.

Estas tienen en común que permiten la representación formal y estructurada del conocimiento en un dominio específico.

La LDs tienen como elementos básicos los *conceptos* que son las expresiones dadas por *conceptos atómicos* representados por predicados unarios y los *roles atómicos*, que están representados por predicados binarios. Una LD particular utiliza el concepto y los *constructores* del rol. Adicionalmente, las LDs están equipadas de una semántica formal fundada en la lógica clásica ([3]).

Las características siguientes definen las LDs:

- Un formalismo descriptivo: conceptos, roles, individuos y constructores.
- Un formalismo terminológico: axiomas terminológicos que introducen descripciones complejas y propiedades de la terminología descriptiva.
- Un formalismo asertivo: que introduce propiedades de individuos. Son capaces de inferir nuevo conocimiento a partir de conocimiento dado; tienen por tanto, algoritmos de razonamiento que son decidibles.

El alfabeto de las LDs lo forman los elementos siguientes:

- Nombre de conceptos: Es el nombre asignado a un grupo de objetos.
- Nombres de rol: Es el nombre asignado a la relación entre nombres de conceptos.
- Nombres de individuos (u objetos): los individuos son ejemplos de conceptos, que se pueden relacionar por medio de algún rol.
- Constructores: relaciona nombres de conceptos y nombres de roles. Permiten crear conceptos complejos a partir de los atómicos.
- Definiciones de conceptos complejos: Permite el uso de símbolos \doteq y \sqsubseteq para declarar conjuntos de igualdades y conjuntos de inclusiones, respectivamente.

TBox es la denotación para la parte terminológica de una LD y es donde se describen las nociones relevantes del dominio de aplicación. En ella se establecen las propiedades de los conceptos, los roles y las relaciones. Un *Tbox* puede contener una forma más simple y otra más compleja. Por ejemplo, puede presentar un nombre como “Hombre”, o una abreviación para una descripción compleja, por ejemplo “HombreFeliz” que es la abreviación de: $\text{HombreFeliz} \equiv \text{Humano} \sqcap \neg \text{Mujer} \sqcap (\exists \text{casado. Profesional}) \sqcap (\forall \text{tieneHijo. (Profesional} \sqcup \text{Estudiante)})$, o sea, un hombre feliz es un humano, que no es mujer, que es un profesional casado y todos sus hijos son profesionales o estudiantes.

La aserción en la base del conocimiento se llama *ABox*, que es donde se describe una situación específica y donde se declaran propiedades de individuos. Es aquí donde se relaciona el *Tbox* con los elementos de la base de datos. Por ejemplo, una aserción es $\text{HombreFeliz}(\text{PEDRO})$, $\text{tieneHijos}(\text{CARLOS}, \text{RUTH})$, $\neg \text{Estudiante}(\text{RUTH})$ afirman que Pedro pertenece al concepto de HombreFeliz, que Ruth es una de sus hijas, ella no es estudiante y Carlos es su otro hijo.

Una de las LDs más utilizadas se llama *Lógica ALL*. Puede suceder que ALL no sea suficiente para expresar ciertos conocimientos y por tanto se definen extensiones de ella. Una extensión de esta se define a continuación y contiene las siguientes componentes sintácticas:

Notación	Significado	Uso
A	Concepto primitivo	Se refiere a un concepto.
R	Rol primitivo	Se refiere a un rol, que es una relación entre conceptos.
\top	Concepto más general	Notación abstracta para el concepto más general.
\perp	Concepto menos general	Notación abstracta para el concepto menos general.
\neg	Negación	$\neg C$: significa “no es C”.
\sqcap	Conjunción	$C \sqcap D$: significa “C y D”
\sqcup	Disyunción	$C \sqcup D$: significa “C o D”
\forall	Cuantificación universal	$\forall R. C$: significa “todos objetos C satisfacen el rol R”.
\exists	Cuantificación existencial	$\exists R. C$: significa “existen objetos C que satisfacen el rol R”.
$\geq nR \mid \leq nR$	Restricciones numéricas	$\geq nR$: significa “más de n objetos satisfacen el rol R” $\leq nR$: significa “menos de n objetos satisfacen el rol R”, donde $n \in \mathbb{N}$.
$\geq nR. C \mid \leq nR. C$	Restricciones numéricas cualificadas	$\geq nR. C$: significa “más de n objetos C satisfacen el rol R” $\leq nR. C$: significa “menos de n objetos C satisfacen el rol R”, donde $n \in \mathbb{N}$.
\doteq	Igualdad	$C \doteq D$: “los conceptos C y D son iguales”.
\sqsubseteq	Inclusión	$C \sqsubseteq D$: “el concepto C está contenido en el D”.

Tabla 1. Elementos y operadores de una extensión de la Lógica ALL. Fuente [3].

En cuanto a la semántica, las LDs se fundamentan en la *interpretación*, este es el par $I = (\Delta^I, \cdot^I)$ donde Δ^I es un conjunto no vacío que se llama *dominio de I*, por otro lado \cdot^I se llama *función de interpretación de I*. Esta función asigna a cada concepto un subconjunto de I , a cada rol un subconjunto de $\Delta^I \times \Delta^I$ y a cada individuo un elemento de Δ^I . La semántica está definida a partir de los axiomas siguientes:

$$\begin{aligned}
\perp^I &= \emptyset \\
\top^I &= \Delta^I \\
(\neg C)^I &= \Delta^I \setminus C^I \\
(C \sqcap D)^I &= C^I \cap D^I \\
(C \sqcup D)^I &= C^I \cup D^I \\
(\forall R. C)^I &= \{d \in \Delta^I \mid \forall e \in \Delta^I: (d, e) \in R^I \rightarrow e \in C^I\} \\
(\exists R. C)^I &= \{d \in \Delta^I \mid \exists e \in \Delta^I: (d, e) \in R^I \wedge e \in C^I\} \\
(\geq nR)^I &= \{x \mid \text{card}(\{y \mid R^I(x, y)\}) \geq n\} \\
(\leq nR)^I &= \{x \mid \text{card}(\{y \mid R^I(x, y)\}) \leq n\} \\
(\geq nR. C)^I &= \{x \mid \text{card}(\{y \mid R^I(x, y) \wedge C^I(y)\}) \geq n\} \\
(\leq nR. C)^I &= \{x \mid \text{card}(\{y \mid R^I(x, y) \wedge C^I(y)\}) \leq n\} \\
(C \doteq D)^I &\text{ se define por } C^I = D^I \\
(C \sqsubseteq D)^I &\text{ se define por } C^I \subseteq D^I
\end{aligned} \tag{1}$$

La regla de inferencia más elemental es la *subsunción*, denotada por $C \sqsubseteq D$. Esto significa que el concepto denotado por D es más general que el concepto denotado por C.

Para determinar la consistencia o la no existencia de contradicción de una LD se utiliza la *metodología Tableau* ([3]). De esta manera se garantiza que no haya contradicción entre dos axiomas.

3. EL MODELO

El modelo propuesto parte de los siguientes conceptos:

- **BuenasPrácticas**: se define como que la institución universitaria lleva a cabo un uso adecuado, recomendado, competente en cuanto a las prácticas en los campos de la inteligencia artificial y la investigación.
- **BuenasPrácticasIA**: es una buena práctica en el marco de la Inteligencia Artificial por parte de la institución.
- **BuenasPrácticasInvestigación**: es una buena práctica en el marco de la investigación científica por parte de la institución universitaria.
- **CentroInvestigación**: es el concepto que representa un centro de investigación.
- **CentroDocente**: es el concepto que representa un centro docente nacional.
- **Institución**: es el concepto que representa una institución.
- **Nacional**: es el concepto que representa la ubicación o el origen de una persona o institución dentro del Perú.
- **PrestigioInstitucional**: es el concepto que representa que la institución es reconocida internacionalmente.
- **TemaInvestigación**: es el concepto que indica el tema de investigación que se lleva a cabo en la institución.
- **CurrículumDocente**: es el concepto que representa el currículum docente.
- **WOS**: es el concepto que representa que la revista está indexada en la Web of Science.
- **Scopus**: es el concepto que representa que la revista está indexada en Scopus.
- **RankingInternacionalInstitucional**: es el concepto que significa el ranking internacional de la universidad o el centro de investigación.
- **RevistaCuartil**: es el concepto que significa el cuartil de la revista científica.
- **RevistaÍndice**: es el concepto que significa la indexación de la revista científica.
- **Citas**: es el concepto que indica que un artículo es citado con un número determinado.
- **PhD**: es el concepto que indica el grado científico de Doctor en Ciencias.
- **MSc**: es el concepto que indica el grado científico de Maestro en Ciencias.
- **Años**: es el concepto que significa que el profesional tiene experiencia.
- **ProfesionalCompetente**: es el concepto que significa que el profesional es competente.
- **IA**: es el concepto que define la Inteligencia Artificial.

Para definir el Tbox se tienen las siguientes reglas:

1. **BuenasPrácticas** \equiv **BuenasPrácticasIA** \sqcup **BuenasPrácticasInvestigación**

2. **CentroInvestigación** \sqsubseteq **Institución**
3. **CentroDocente** \sqsubseteq **Institución**
4. **CentroInvestigaciónNacional** \equiv **CentroInvestigación** \sqcap **Nacional**
5. **CentroInvestigaciónExtranjero** \equiv **CentroInvestigación** \sqcap \neg **CentroInvestigaciónNacional**
6. **BuenasPrácticasInvestigación** \equiv \exists creación. **CentroInvestigaciónNacional** \sqcap (\geq 3creación. **CentroInvestigaciónNacional**) \sqcap ((\exists colaboración. **CentroInvestigaciónExtranjero** \sqsubseteq **PrestigioInstitucional**) \sqcup (\exists asociación. **CentroInvestigaciónExtranjero** \sqsubseteq **PrestigioInstitucional**)).
7. **PrestigioInstitucional** \equiv **Institución** \sqcap (\forall tienePersonal. (**ProfesionalCompetente**)) \sqcap (**RankingInternacionalInstitucional** \sqsubseteq **Alto**)
8. **PrestigioInstitucionalDocente** \equiv **PrestigioInstitucional** \sqcap **CentroDocente**
9. **PrestigioInstitucionalInvestigación** \equiv **PrestigioInstitucional** \sqcap **CentroInvestigación**
10. **ProfesionalCompetente** \equiv ((\exists tieneGradoCientífico. (**PhD** \sqcup **MSc**) \sqcup (\neg \exists tieneGradoCientífico. (**PhD** \sqcup **MSc**) \sqcap \exists curso. (**PhD** \sqcup **MSc**))) \sqcup (\geq 10tieneExperiencia. **Años**)) \sqcap (\geq 30tienePublicaciones. **Citas**) \sqcap (\leq 2tienePublicaciones. **RevistaCuartil**) \sqcap (\exists tienePublicaciones. **RevistaÍndice(WOS** \sqcup **Scopus)**)).
11. **BuenasPrácticasIA** \equiv **Institución** \sqcap ((**IA** \sqsubseteq **TemaInvestigación**) \sqcup (**CentroDocente** \sqcap (**IA** \sqsubseteq **CurrículumDocente**))) \sqcap **BuenasPrácticasInvestigación**.

Los elementos anteriores definidos dentro del Tbox no necesitan ser aclarados por su sencillez, excepto los numerados con 6, 7, 10 y 11. Los cuales se explicarán a continuación:

6. Las “Buenas Prácticas de Investigación” son aquellas donde se crearon “Centro de Investigación Nacional” y además estos son 3 o más, y la que tiene una colaboración o asociación con un “Centro de Investigación Extranjero” de prestigio.

7. Una institución goza de “Prestigio Institucional” si todo el personal que forma parte de ella es competente y el ranking de la institución a nivel mundial es alto.

10. Un “Profesional Competente” es aquel que tiene grado científico de Doctor en Ciencias o Maestro en Ciencias, o en caso de no serlo, es estudiante de uno de estos grados o tiene 10 o más años de experiencia en su institución.

Además, tiene más de 30 citas en alguna de sus publicaciones, tiene publicaciones en revistas Q1 o Q2 y publica en revistas indexadas en WOS o Scopus.

11. Una “Buena Práctica en IA” por parte de una institución es si esta tiene dentro de sus temas de investigación (sea como centro científico o como centro docente) la IA, o si es un centro docente contiene dentro de su currículum la materia de IA. Además, la institución lleva a cabo buenas prácticas de investigación como se definió en la regla 6. Estos conocimientos pueden perfeccionarse aún más, incluso añadirse nuevo conocimiento. Partiendo de estos 11 puntos se consultó a un grupo de 17 expertos, entre directivos y especialistas de centros de investigación o instituciones docentes del Perú qué opinan de estas 11 reglas. Se les pidió, además que dieran su opinión sobre qué cambiar. Para ello se les solicitó que en una escala de 0-100 evaluaran cada una de las reglas, donde 0 significa desacuerdo total con la regla y 100 acuerdo máximo.

Se calculó el promedio de aceptación de cada regla con respecto a todos los encuestados, además de la desviación estándar y este resultado se resume en la Tabla 1.

# Regla	Promedio de la Evaluación	Desviación Estándar
1	100	0
2	100	0
3	100	0
4	100	0
5	100	0
6	80,508	3,614
7	95,475	2,306
8	100	0
9	100	0
10	75,824	3,901
11	78,952	3,220

Tabla 1. Promedio de evaluación de los expertos sobre cada una de las reglas. Fuente: los autores.

Como se puede apreciar existe consenso entre los expertos sobre la validez de estas reglas, con una aceptación mayor a 70 puntos, si se tiene en cuenta el desacuerdo que existe reflejado en la desviación estándar de 3,901 como máximo.

Aunque una LD no es lo mismo que una ontología, estos son conceptos muy semejantes, solo se necesita cambiar el nombre de concepto por clase y el de rol por propiedad. Es por ello que se procedió a editar en el software Protégé 4.3 las 11 reglas obtenidas [10]. Esta es la manera en que se puede socializar y por tanto perfeccionar las reglas obtenidas, a las cuales se les podría adicionar otras tal que la comunidad científica y docente del país estuvieran de acuerdo. Véase la Figura 1 donde aparece la representación en *Ontology Web Language* (OWL) de las reglas del Tbox en el editor Protégé, específicamente se aprecia la regla 10 ([2][4][11]).

Figura 1. Representación del modelo propuesto en el editor de ontologías Protégé 4.3, especialmente la regla 10. Fuente: Los autores. La Figura 2 contiene otra vista del modelo en Protégé, específicamente la regla 11.

Figura 2. Representación del modelo propuesto en el editor de ontologías Protégé 4.3, especialmente la regla 11. Fuente: Los autores. Si la institución cuenta con una base de datos, se puede evaluar las instancias particulares para cada una de estas reglas.

4. CONCLUSIONES

Este artículo tuvo como propósito principal diseñar una herramienta evaluativa sobre la presencia de la Inteligencia Artificial y la Investigación Científica en los centros de educación superior del Perú. El modelo propuesto se basa en las lógicas descriptivas que permiten a los evaluadores formalizar predicados en el dominio específico de manera estructurada y con componentes de la lógica clásica. El modelo consta de 11 reglas, que fueron evaluadas por 17 expertos en una escala del 0-100, y la regla con peor promedio fue de aproximadamente 75 puntos, lo cual se consideró como aceptable por parte de los autores. Adicionalmente, las reglas se expresaron en forma de ontologías y se representaron con ayuda del editor de ontologías Protégé usando el *Ontology Web Language* ([2][4]). De esta manera, el modelo se puede utilizar por cualquier personal científico o docente, también las reglas se pueden refinar o adicionar

reglas nuevas en el futuro. En el futuro, se utilizará el sistema como prueba en las universidades peruanas que no formaron parte del estudio para extender la experiencia a otras universidades del país. También como perspectiva futura se profundizará en el estudio del estado de la Inteligencia Artificial y la Investigación Científica en el Perú, mediante el uso de técnicas como PRISMA que es muy útil para realizar revisiones sistemáticas porque permite llevar a cabo una síntesis objetiva del estado del conocimiento en un área específica [13][21].

RECEIVED: AUGUST, 2023.
REVISED: NOVEMBER , 2023.

REFERENCIAS

- [1]. ABIOYE, T. E., AROGUNDADE, O. T., MISRA, S., AKINWALE, A. T. and ADENIRAN, O. J. (2020): Toward ontology-based risk management framework for software projects: an empirical study. **Journal of Software: Evolution and Process**, 32, e2269- e2269.
- [2]. ANDREI, B. (2019): Semantic model of attacks and vulnerabilities based on CAPEC and CWE dictionaries. **International Journal of Open Information Technologies**, 7, 38-41.
- [3]. BAADER, F. and SATTLER, U. (2001): An overview of tableau algorithms for description logics. **Studia Logica**, 69, 5-40.
- [4]. BELOZEROV, A. A. and KLIMOV, V. V. (2022): Semantic Web Technologies: Issues and Possible Ways of Development. **Procedia Computer Science**, 213, 617-622.
- [5]. CASTRILLÓN, O. D., SARACHE, W. y RUIZ-HERRERA, S. (2020): Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial. **Formación universitaria**, 13, 93-102.
- [6]. CROMPTON, H. and BURKE, D. (2023) Artificial intelligence in higher education: the state of the field. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, 20, 1-22.
- [7]. GORODETSKY, V. and YUSUPOV, R. (2021): Artificial Intelligence at Present and Tomorrow. **Journal of Physics: Conference Series**, 1864, 012002-012002.
- [8]. GOROSPE-SARASÚA, L., MUÑOZ-OLMEDO, J. M., SENDRA-PORTERO, F. y DE LUIS-GARCÍA, R. (2022): Retos de la formación en radiología en la era de la inteligencia artificial. **Radiología**, 64, 54-59.
- [9]. ICAZA JUNCO, A. Y. y CHONG CHILA, R. K. (2019): **Investigación y análisis de web semántica, ontologías para el uso de la salud en el tratamiento del asma y una visión panorámica del sistema de recomendaciones health monitor UG**, Tesis Doctoral, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería En Networking y Telecomunicaciones.
- [10]. NAVARE, S., SAWANT, S., TAPARIA, S., TIWARI, S. and SONAWANE, P. (2022): Ontology based Disease Diagnosis using Natural Language Processing, SPARQL and Protégé from Patient Symptoms. In **2022 6th International Conference On Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA)** (pp. 1-6): IEEE.
- [11]. OYARZUN, M. and ROGER, S. (2022): Question answering aplicado a la web semántica: predicción de la respuesta esperada. In **XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2022, Mendoza)**.
- [12]. PATRÍCIO, H. S., CORDEIRO, M. I., y RAMOS, P. N. (2021): Ontologias Bibliográficas e Web Semântica: limitações e propostas de investigação. **Páginas a&b: arquivos e bibliotecas**, 2021, 03-29.
- [13]. PAGE, M.J., MCKENZIE, J.E., BOSSUYT, P.M., BOUTRON, I., HOFFMANN, T.C., MULROW, C.D., SHAMSEER, L., TETZLAFF, J.M., AKL, E.A., BRENNAN, S.E., CHOU, R., GLANVILLE, J., GRIMSHAW, J.M., HROBJARTSSON, A., LALU, M.M., LI, T., LODER, E.W., MAYO-WILSON, E., MCDONALD, S., MCGUINNESS, L.A., STEWART, L.A., THOMAS, J., TRICCO, A.C., WELCH, V.A., WHITING, P. y MOHER, D. (2021) Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. **Revista Española de Cardiología**, 74, 790-799.
- [14]. PEDRÓ, F. (2020) Applications of Artificial Intelligence to higher education: possibilities, evidence, and challenges. **IUL Research**, 1, 61-76.
- [15]. SALVADOR, V. L., MAMAQI, X. and BORDES, F. J. V. (2020): La inteligencia artificial: desafíos teóricos, formativos y comunicativos de la datificación. **Icono14**, 18, 58-88.
- [16]. SILVA, M. F., MARTINS, D. L. and SIQUEIRA, J. (2019): Web semântica em repositórios: ontologia para representação de bibliotecas digitais. **Ciência da Informação em Revista**, 6, 99-113.
- [17]. SMITH, L. G., GILLESPIE, N., CALLAN, V. J., FITZSIMMONS, T. W. and PAULSEN, N. (2017): Injunctive and descriptive logics during newcomer socialization: The impact on organizational identification, trustworthiness, and self-efficacy. **Journal of Organizational Behavior**, 38, 487-511.
- [18]. WANG, K., WANG, Z., TOPOR, R., PAN, J. Z. and ANTONIOU, G. (2014): Eliminating concepts and roles from ontologies in expressive descriptive logics. **Computational Intelligence**, 30, 205-232.
- [19]. YARUSHKINA, N. and MOISEEV, V. (2019): Analytical review of data transformation for the task of integrating various representations on the example of ontologies and relational databases. In **CEUR Workshop Proceedings** (Vol. 2413, pp. 191-197).
- [20]. ZAKHAROVA, O. V. (2022): Applying Description Logics with Concrete Domains to Solve the Problems of Semantic Web Services Discovery and Composition. **Problems in Programming**, (3-4), 207-215.
- [21]. ZAWACKI-RICHTER, O., MARÍN, V.I., BOND, M. and GOUVERNEUR, F. (2019) Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, 16, 1-27.