

## **Sistema inteligente para el desarrollo de la instrumentación didáctica de asignaturas de educación superior tecnológica**

César Rose-Gómez<sup>1</sup>, Daniel Hernández-Carrasco<sup>1</sup>, Abelardo Mancinas-González<sup>1</sup>, Samuel González-López<sup>2</sup>, Mirey García-Mora<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de Hermosillo,  
México

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica de Nogales,  
México

{cesar.roseg, amancinas}@hermosillo.tecnm.mx,  
{carrascodanielh samuelgonzalezlopez,  
mrocio.garciam}@gmail.com

**Resumen.** En el sistema nacional de educación de México, desde hace varios años se usa el Modelo Educativo Basado en Competencias (EBC) en todos los niveles educativos. Por tal motivo, desde su incorporación del modelo en el sistema educativo nacional, la capacitación de los maestros se convirtió en una necesidad que conllevó a la realización de cursos y diplomados con mayor frecuencia para mantenerlos actualizados. Entre las actividades que se tienen en este modelo por parte del profesor para alcanzar el objetivo del modelo educativo basado en competencias, es el realizar una planeación de sus cursos mediante una instrumentación didáctica (ID). En esta planeación se deben describir las actividades de enseñanza-aprendizaje en concordancia con las evidencias de aprendizaje que muestren el nivel de competencia alcanzado por el alumno, así como los instrumentos con los cuales se pretende evaluar el nivel de logro antes mencionado. En este artículo se describe un sistema que incluye una plataforma Web para que el docente aprenda y comprenda la metodología para el desarrollo de una ID de acuerdo con el modelo EBC, realizando una mejor estructuración de la planeación de sus cursos. A su vez, el sistema ayudará a tener una retroalimentación inmediata del análisis de la ID, algo que en la actualidad requiere de días para obtenerse por parte del departamento capacitado para la revisión de la ID. El sistema se ha desarrollado con el uso de una ontología como modelo de conocimiento, el procesamiento de lenguaje natural para el análisis de la ID y un módulo de recomendación para la retroalimentación al docente.

**Palabras clave:** Modelo basado en competencias, instrumentación didáctica, ontología, procesamiento de lenguaje natural, recomendador.

### **Intelligent System for the Development of Didactic Instrumentation of Technological Higher Education Subjects**

**Abstract.** In Mexico's national education system, the Competency-Based Educational Model (CBE) has been used for several years at all educational levels. For this reason, since its incorporation of the model into the national

educational system, teacher training became a necessity that led to the completion of courses and diplomas more frequently to keep them updated. Among the activities, that the teacher has to do in this model is the planning of their courses. To achieve the objective of the educational model based on competencies is to carry out a planning of their courses through a didactic instrumentation (DI). In this planning, the teaching-learning activities must be described in accordance with the learning evidences that show the level of competence achieved by the student, as well as the instruments with which it is intended to evaluate the aforementioned level of achievement. This article describes a system that includes a Web platform for the teacher to learn and understand the methodology for the development of a DI according to the CBE model, making a better structuring of the planning of their courses. Moreover, the system will help to have immediate feedback on the DI analysis, something that currently requires days to obtain from the department trained for the DI review. The system has developed with the use of an ontology as a knowledge model, natural language processing for the analysis of DI and a recommendation module for feedback to the teacher.

**Keywords:** Competency-Based Educational Model, didactic instrumentation, ontology, natural language processing, recommender.

## 1. Introducción

Desde el año 2008 [1] fue aprobada la reforma educativa promovida por la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México y por consiguiente un nuevo paradigma educativo que recibió el nombre de Modelo Educativo Basado en Competencias (EBC) [2, 3]. Este modelo ha sido usado en el sistema nacional de educación en todos los niveles educativos. Uno de estos niveles, es el de educación superior tecnológica [4], al cual pertenece el Tecnológico Nacional de México, institución, que atiende a una población escolar de más de 600 mil estudiantes en licenciatura y posgrado en todo el territorio nacional, incluida la Ciudad de México.

Entre las actividades que se tienen en este modelo por parte del docente para alcanzar el objetivo del modelo educativo basado en competencias, es el realizar una planeación de sus cursos mediante una instrumentación didáctica (ID), donde se planteen las actividades de enseñanza-aprendizaje en conjunto con las evidencias de aprendizaje que se esperan obtener como retroalimentación por parte del alumno y los instrumentos con los cuales se pretenden evaluar [5, 6], teniendo una visión clara sobre la metodología a seguir y no una relativa sobre el procedimiento para una redacción ideal [7].

Sin embargo, aún con la capacitación recibida por parte de los profesores del modelo, se siguen teniendo algunos problemas, en particular, con respecto a la construcción de la instrumentación didáctica. Por un lado, debido a que actualmente en México, para ser un docente del nivel de educación superior no es un requisito tener una formación pedagógica para laborar. Además, la mayoría de los que trabajan en este nivel son profesionistas egresados de alguna licenciatura o posgrado acorde a la materia a impartir, algunos tienen dificultades (en especial en los primeros años en la labor) para redactar la ID de sus cursos al desconocer la metodología que se debe de seguir para su elaboración.

Aunado a lo anterior, cada institución tiene un departamento encargado de la evaluación de las ID, pero la carga de trabajo impide una rápida retroalimentación al docente, quien tiene que esperar días (inclusive semanas) para recibir la aprobación o la lista de ajustes, lo que implica un nuevo proceso para cumplir con los requerimientos del departamento.

Por tal motivo, se ha propuesto un sistema que permita al docente desarrollar su ID a través de un proceso de capacitación. Este sistema incluye una plataforma Web para que el docente aprenda y comprenda la metodología para el desarrollo de una ID de acuerdo con el Modelo EBC, realizando una mejor estructuración de la planeación de sus cursos.

A su vez, la plataforma ayudará a tener una retroalimentación inmediata de la evaluación, algo que en la actualidad requiere de días para obtenerse por parte del departamento capacitado para la revisión al cual se le disminuirá la carga de trabajo, haciéndoles participe solo de la evaluación de la versión final del documento después de haber aprobado las recomendaciones de la plataforma.

El sistema se ha desarrollado con el uso de una ontología como modelo de conocimiento, el procesamiento de lenguaje natural para el análisis de la ID y un módulo de recomendación para la retroalimentación al docente, lo cual se describe en las secciones posteriores.

## **2. Trabajos relacionados**

El uso de la tecnología computacional en el ámbito educativo data de los años setenta del siglo pasado [8]. De alguna manera los avances tecnológicos de la computación se han ido utilizando para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, en los últimos años las tecnologías de la Web Semántica se han aplicado en los entornos educativos para diversos fines.

Una de estas aplicaciones es la representación de conocimiento. En la Web Semántica la tecnología básica para la representación de conocimiento es la ontología, en [9] se presentan dos experiencias que muestran el uso de ontologías como apoyo a los procesos de evaluación y otras aplicaciones para diferentes necesidades de los usuarios en el entorno educativo.

El autor en [10] propone y plantea la construcción de un modelo de representación de conocimiento para las competencias educativas de enseñanza superior en el marco de estudios de grado mediante la construcción de una red de ontologías, con lo cual espera el desarrollo de aplicaciones que permita la búsqueda de información oportuna por parte de los estudiantes, personal académico y administrativo.

En [11] se describe una revisión sistemática para buscar modelos de diseño curricular, de competencias o de dominios específicos de formación, en los cuales se estuviera usando ontologías u otra representación de conocimiento relacionados con el dominio del diseño curricular basado en competencias. En este artículo [12] los autores presentan el diseño y construcción de una ontología para apoyar el diseño de secuencias didácticas con un enfoque de competencias en educación media superior.

La combinación de ontologías y el procesamiento de lenguaje natural (PLN) para representar competencias y su gestión es un campo de investigación que está propiamente en sus inicios. En [13] presenta un esquema para la actualización de

competencias profesionales y académicos desde perfiles obtenidos de la Web, a la vez que se usan ontologías para modelar las competencias y el PLN para encontrar patrones lingüísticos mediante tesauros, con lo cual permite poblar las ontologías.

### 3. Antecedentes

Si bien, el Modelo EBC no tiene al docente como el núcleo central sino al estudiante, su éxito depende en gran medida de la capacidad del primero para desempeñarse en el aula donde la formación pedagógica juega un papel crucial para guiar el conocimiento [1]. Por ello, es importante que se conozca y se desarrollen los temas de la asignatura de una manera crítica y formativa haciendo énfasis en su comprensión, con el fin de aplicarlo a problemas reales de interés para el estudiante en función del perfil de egreso deseado [1, 6].

En este punto, la capacitación y formación son importantes para poder diseñar una ID adecuada con la que se puedan cumplir las competencias planteadas [1, 6]. Sin embargo, la comprensión del término competencia por sí mismo es complejo [7], debido a que cada docente lo entiende a su manera en base a las experiencias de redacción de años anteriores, acumulando errores de comprensión sin percatarse de su existencia.

El desconocimiento de una metodología clara que permita la realización de una ID que relacione las actividades de enseñanza y aprendizaje para posteriormente hacer una evaluación del desempeño del estudiante haciendo uso de un instrumento adecuado, han retrasado significativamente los resultados del Modelo EBC [6, 14]. Como base, una ID tiene 4 secciones importantes para definir las actividades que se utilizarán a lo largo del curso y el cómo estas serán evaluadas [6, 12]:

- Actividades de Aprendizaje: procedimientos o actividades realizadas por los alumnos para participar en el proceso de formación con el fin de reforzar los conocimientos proporcionados en clase o, de forma autodidacta, adquirir nuevos.
- Actividades de Enseñanza: actividades, técnicas, métodos o procedimientos que el docente utiliza para conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje. También se le conoce como estrategias instruccionales.
- Evidencias de Aprendizaje: producto de forma individual y/o grupal que demuestran los resultados del proceso de aprendizaje por parte del alumno.
- Instrumentos de Evaluación: herramientas utilizadas para evaluar las evidencias del desempeño del estudiante entregadas durante el proceso de enseñanza- aprendizaje.

En la secuencia que se utiliza para llegar desde las actividades de enseñanza hasta los instrumentos de evaluación, es vital que se tenga una congruencia entre estas etapas con el fin de dar coherencia a las competencias a desarrollar por el estudiante en la asignatura [7].

Por lo tanto, es importante que el docente comprenda la importancia de estas relaciones y, a la vez, que cuente con una profesionalización pedagógica que le permita hacer uso de la metodología para una correcta redacción de su ID acorde al paradigma del Modelo EBC.

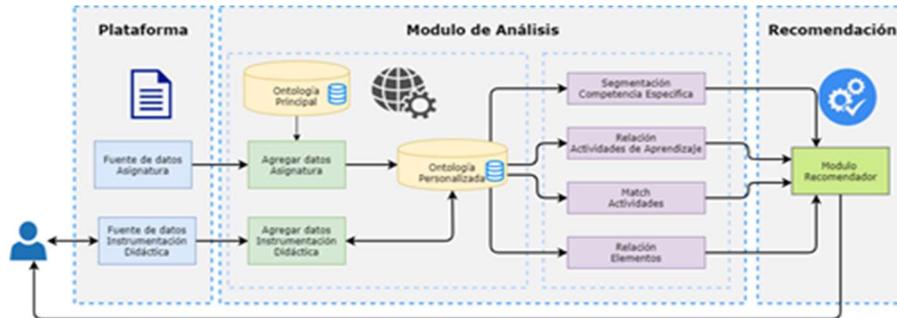


Fig. 1. Arquitectura general del sistema.

Como apoyo a esta labor del docente, se han realizado distintas clasificaciones sobre objetivos de aprendizaje para el diseño de estrategias de enseñanza, siendo una de las más utilizadas la Taxonomía de Bloom [15].

#### 4. Estructura general del sistema

Como se puede apreciar en la Fig. 1, el sistema está constituido de tres componentes principales: la plataforma Web, el módulo de Análisis de la Instrumentación Didáctica (ID) y el módulo de Recomendación. Cada uno de estos componentes se describen a detalle posteriormente.

La plataforma Web permite al docente desarrollar la ID correspondiente a los cursos a impartir en el semestre. Se tiene interacción con el módulo de Análisis de la ID, el cual es un algoritmo inteligente que evalúa la ID de asignaturas de nivel superior tecnológica utilizando técnicas de PLN y un modelo de conocimiento.

Asimismo, dependiendo del resultado del análisis, el módulo de Recomendación permite que el docente reciba una retroalimentación al ir desarrollando su ID y tenga el apoyo por parte del sistema y por el instructor que esté realizando la capacitación correspondiente, teniendo como objetivo el obtener una ID correcta.

##### 4.1. Plataforma Web

El objetivo de la plataforma Web es tener las funcionalidades necesarias para realizar el desarrollo de la ID, de tal manera, que se deben tener todos los servicios para el 'back-end' (servicios transparentes para el usuario), así como, las diferentes vistas del 'front-end' (interfaz gráfica de la página web) y sus correspondientes modelos de datos y conocimiento. El back-end, Fig. 2, procesa las interacciones del usuario (realizadas en el front-end) con los datos, y realiza todos los procesos con estos últimos.

Esta parte es la que proporciona realmente de funcionalidad al sistema, aunque sin el front-end, no funcionaría pues no podríamos interactuar con los datos y sus procesos. Es en esta parte donde subyacen todos los algoritmos que realizan el trabajo requerido del sistema, el acceso a los datos, su manipulación, al tiempo que desarrollan sus funcionalidades.

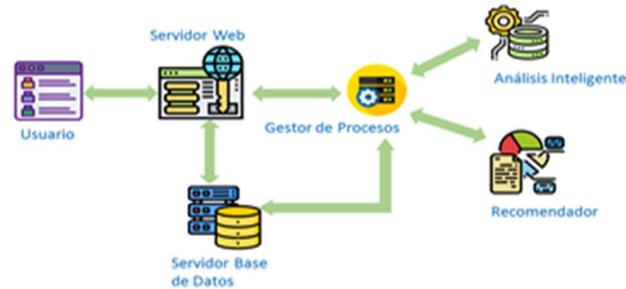


Fig. 2. Arquitectura Cliente Servidor de la plataforma.

#### 4.2. Diseño e implementación de la ontología de la instrumentación didáctica

El diseño y construcción de una ontología requiere del seguimiento de una serie de actividades que permitan modelar el dominio a nivel conceptual a partir de la adquisición de conocimiento, para posteriormente ser transformado a un modelo formal en algún lenguaje ontológico como puede ser OWL o RDF. Una de las metodologías que permite su diseño y construcción, partiendo desde un nivel de conocimiento es la metodología Methontology compuesta por 5 pasos esenciales [16]:

- Especificación: limita el dominio a un área específica de conocimiento.
- Conceptualización: mediante la adquisición de conocimiento, permite la creación de glosarios que contienen los conceptos, atributos, taxonomías y sus relaciones.
- Formalización: admite convertir el modelo de conceptualización en un modelo formal utilizando lenguajes ontológicos.
- Implementación: haciendo uso de herramientas tales como Protégé, se convierte el modelo formal en computable.
- Mantenimiento: permite realizar actualizaciones.

El dominio de la presente ontología contiene información referente a la terminología y relaciones encontradas en una ID de asignaturas de nivel superior tecnológica, por lo que su dominio es específico de esta temática.

Debido a que esta metodología es muy minuciosa y es imposible describirla totalmente en este artículo, sólo se presenta algunos aspectos de la ontología. Una parte crucial de la ontología es la que abarca la Taxonomía de Bloom que está relacionada, mediante los verbos de dominio, a las clases correspondientes a las actividades de aprendizaje, actividades de enseñanza, instrumentos de evaluación y a las evidencias de aprendizaje, tal y como se muestra en la Fig. 3.

Además, la subdivisión de la Taxonomía en sus 6 clases principales (análisis, aplicación, conocimiento, síntesis, comprensión y evaluación) adjunto a la correspondencia con las actividades, implica una extensa lista de relaciones que pueden inferirse. Por lo que el uso de la ontología para almacenar la información de la taxonomía y la deducción del motor de inferencia para crear nuevas relaciones a partir

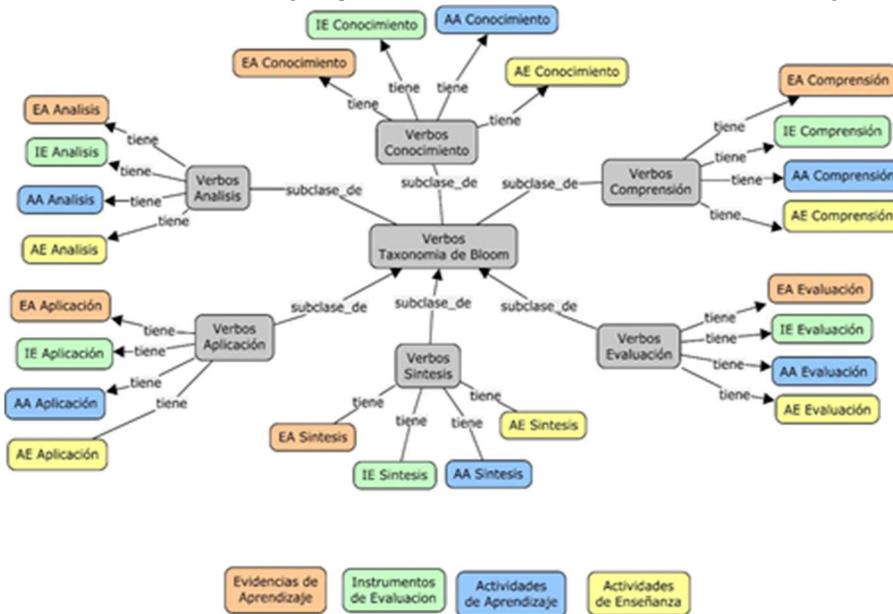


Fig. 3. Vista de la Taxonomía de Bloom en la ontología.

de las ya existentes, son la principal justificación para su utilización en la presente investigación.

Primeramente, se jerarquizaron las clases y subclases formando la taxonomía de la ontología, donde se obtuvieron 21 clases principales mostradas en la Fig. 4 como una vista parcial de los 83 conceptos. También, se puede observar a las actividades de aprendizaje separadas en predefinidas y seleccionadas.

En la primera categoría se tienen subclases correspondientes a los dominios de la taxonomía de Bloom, separación que facilita su recuperación específica. La misma lógica se sigue para las actividades de enseñanza, las evidencias, los instrumentos y los verbos de la competencia.

En Protégé [17], las relaciones entre los conceptos reciben el nombre de propiedades de objetos y permiten hacer inferencia de conocimiento mejorando la recuperación de la información al aportar por sí mismas conocimiento. En este modelo se cuenta con 49 propiedades de objeto diferentes. Las instancias son representaciones de objetos en el dominio sobre el cual se está trabajando y su relación con las clases generalmente está dada del tipo “esUn”.

La taxonomía de Bloom establece una lista predeterminada de verbos y actividades, por lo que es necesario hacer su declaración como instancias y así estos puedan ser consultados por el módulo de análisis. En total, se cuenta con 486 individuos que, en su mayoría pertenecen a los verbos de la taxonomía y a las actividades predeterminadas.

En cuanto a la validación de la ontología, se realizó con dos herramientas, ¡la primera de ellas es OOPS! (Ontology Pitfall Scanner) la cual permite en línea realizar un análisis de la ontología para encontrar hasta 26 tipos de problemas en la construcción de la ontología. La segunda evaluación se realizó dentro de Protégé con OntoDebug, la cual permite encontrar inconsistencias o incongruencias.

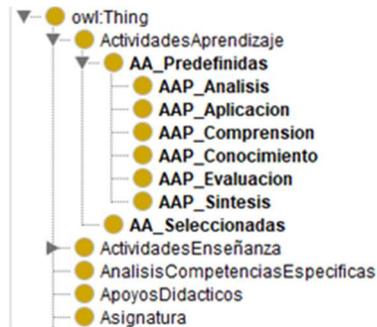


Fig. 4. Vista parcial de los conceptos de la ontología.

### 4.3. Análisis inteligente de la competencia específica

El proceso de análisis inteligente de la ID tiene dos subprocesos: el primero corresponde a la población de la ontología con los datos recibidos de la plataforma de capacitación; mientras que el segundo es el proceso de análisis utilizando técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) y consultas al modelo de conocimiento con el lenguaje SPARQL para la recuperación de información.

Para una mejor visualización, en la Fig. 5 se muestra el diagrama DFD del proceso de análisis y a continuación, se describen algunos de los procesos:

**Proceso 1 Autómata:** Segmentación de la competencia específica utilizando un análisis morfológico para la detección de las partes esenciales (verbo, actividad y finalidad o condición de ejecución), así como la determinación del dominio al cual pertenece basándose en la Taxonomía de Bloom.

En México, las competencias específicas están redactadas en base a la Taxonomía de Bloom clasificada en seis niveles que contienen verbos claves para su identificación.

En ella, los niveles van aumentando gradualmente de complejidad y, generalmente suelen ser representados como una pirámide, jerarquía que ayuda a clasificar tanto el verbo como a los objetos de aprendizaje.

Partiendo de esa información y del conocimiento de los expertos, se puede concluir que una competencia está compuesta por tres secciones:

$$\text{competencia} = \text{verbo} + \text{objeto} + (\text{finalidad y/o condición de ejecución})$$

Siguiendo ese patrón en su redacción, la detección de las entidades que componen la competencia se realiza mediante un análisis morfológico para determinar el papel gramatical que desempeña cada una de las palabras dentro de la oración. La Fig. 6 contiene el flujo del análisis partiendo desde el texto redactado por el profesor hasta la obtención de la lista de actividades en base al dominio de la taxonomía.

Para el análisis morfológico, se emplea la librería de Freeling<sup>1</sup> que otorga el etiquetado de la categoría gramatical de las palabras. El autómata utiliza para la segmentación aquellas palabras cuya etiqueta gramatical<sup>2</sup> indique que es un verbo, conjunción, sustantivo, pronombre o inclusive signos de puntuación, cuyas variantes

<sup>1</sup> <http://nlp.lsi.upc.edu/freeling/node/1>

<sup>2</sup> <https://www.cs.upc.edu/~nlp/tools/parole-sp.html>

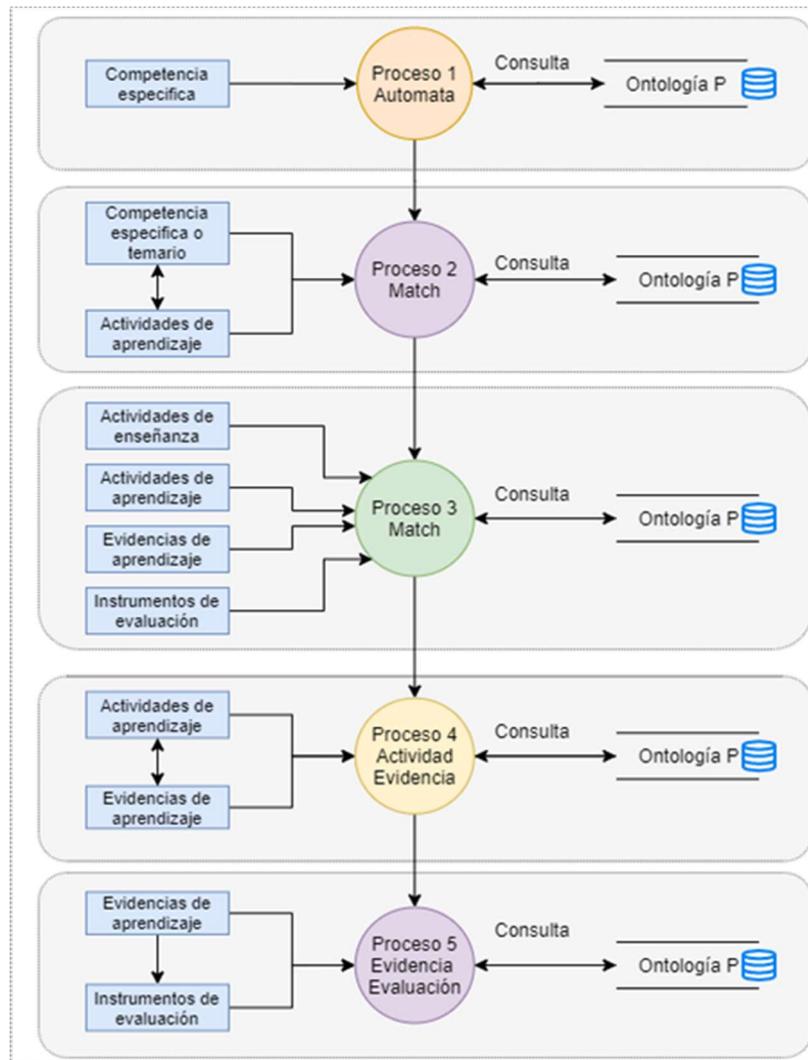


Fig. 5. Diagrama del proceso de análisis de la competencia específica.

permiten realizar el cambio entre los estados del autómata. Secuencia, esta última, que se puede observar en la Fig. 7 donde se muestra un estado inicial (S0) y tres posibles estados finales (S0, S3, S5). En cuanto a su alfabeto es el siguiente:

- V: El token es un verbo.
- NP: Sustantivo propio.
- CC: Conjunción coordinada.
- PR: Pronombre de tipo relativo.
- CS: Conjunción subordinada.



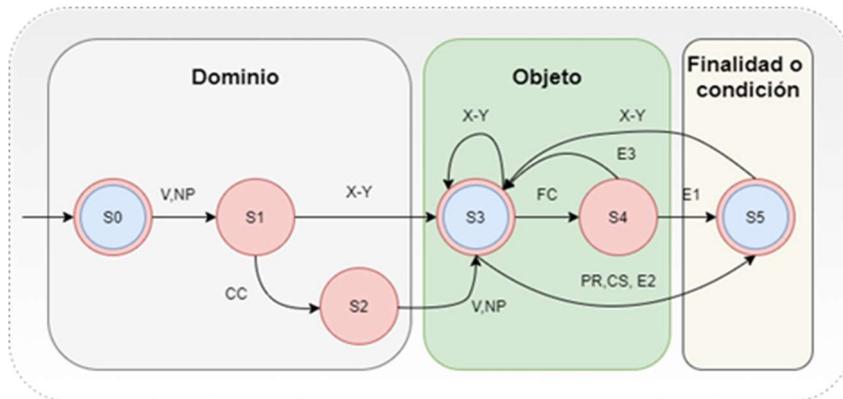


Fig. 7. Autómata para segmentar la competencia específica.

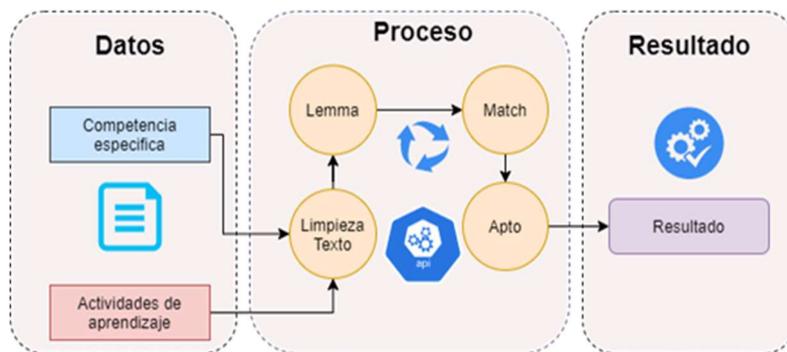


Fig. 8. Proceso de match de actividades de aprendizaje.

La Fig. 8 contiene un esquema base del proceso que se sigue para la búsqueda del match, considerando el pre-procesamiento del texto y el ciclo repetitivo que se rompe cuando se ha encontrado una relación entre la competencia y al menos una de las actividades.

#### 4.4. Módulo de recomendación

El módulo de recomendación emite trece tipos de recomendaciones en base al análisis inteligente de la competencia específica, debido a que se dan dos tipos de recomendación para cada uno de los elementos: verbo, verbo en infinitivo, relación entre competencia y actividades de aprendizaje, relación entre actividades de aprendizaje y evidencias de aprendizaje y, relación entre evidencias de aprendizaje e instrumentos de evaluación

La primera vez que se encuentra un error, se muestra una lista de objetos de aprendizaje recomendados para cada caso en específico, esto se muestra en la Fig. 9. En el caso de las relaciones también se muestran las actividades, evidencias e instrumentos de evaluación en los que se haya errado. Por otro lado, a partir del segundo

**Tabla 1.** Resultados evaluación del análisis de la ID.

Actividad	Total	Igual	Diferente	Bien	Mal	Porcentaje
Competencia	19	19	0	13	6	100
Actividades de aprendizaje	116	104	12	74	30	89.65
Actividades de enseñanza	91	86	5	55	31	94.50
Evidencias de aprendizaje	65	61	4	40	21	93.84
Instrumentos de evaluación	65	65	0	63	2	100
Match Competencia-Aprendizaje	114	85	29	53	32	74.56
Match Aprendizaje-Evidencia	116	112	4	82	30	96.55
Match Evidencia-Aprendizaje	65	62	3	58	4	95.38
Match Evidencia-Instrumentos	65	65	0	59	6	100
Total	715	658	57	496	162	92.02

intento tanto en la creación de la competencia como en las relaciones, se recomiendan verbos, actividades, evidencias o instrumentos específicos según sea el caso.

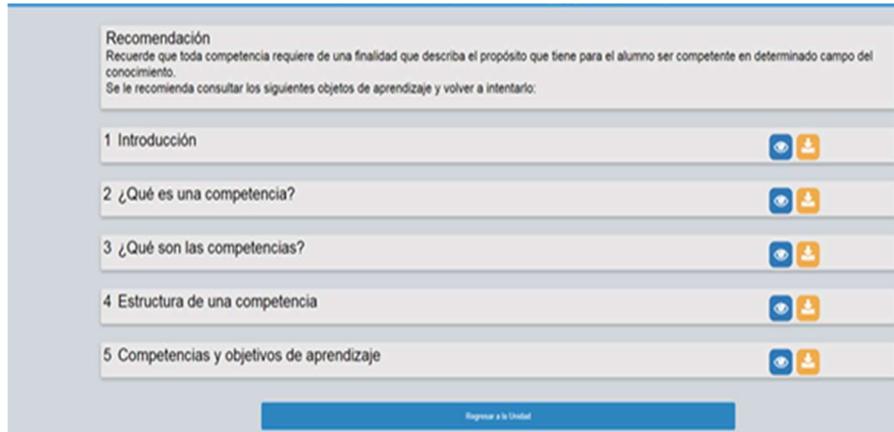
## 5. Resultados

Para evaluar el desempeño del algoritmo para el análisis de la ID, se realizó una comparativa entre sus resultados y los de uno de los expertos que aportó su conocimiento al modelo ontológico. La Tabla 1 contiene los datos de los 715 elementos analizados durante las pruebas donde se coincidió en 658 (92.03%) de ellos. De estos últimos, 496 (75.37%) se consideró que cumplían con el patrón de redacción y 162 (24.63%) fueron enviados directamente a revisión debido a la inexistencia de un verbo o subtema para acompañar al objeto didáctico.

Como punto negativo, en 57 (7.97%) de los elementos analizados, el algoritmo y el evaluador obtuvieron resultados diferentes de los cuales 29 (50.87%) se dieron en la relación entre la competencia específica y las actividades de aprendizaje. Cabe resaltar que la mayor parte de estas divergencias se dieron al incluir el conocimiento empírico del evaluador, debido a que en el texto la correlación no estaba explícitamente escrita y era necesario inferir conocimiento muy específico que no fue incluido en la ontología.

## 6. Conclusiones y trabajo a futuro

En las pruebas realizadas se encontraron deficiencias en la redacción de las actividades donde son omitidos elementos básicos como el verbo para identificar el dominio o el tema que será tratado con dicha actividad.



**Fig. 9.** Vista de una recomendación.

A pesar de que la mayor parte de los análisis se realizaron a ID redactadas por docentes que aún no han llevado el curso de capacitación y formación de la plataforma, en el caso de la prueba piloto quedó demostrado que es posible que un docente redacte su ID en base a la metodología del modelo EBC y el algoritmo sea capaz de detectar si cumple o no con el patrón.

Como principal contribución, está el diseño del modelo de conocimiento aplicado a ID de educación superior, así como el algoritmo de PLN para la extracción de información con el fin de encontrar los patrones de redacción. Los resultados obtenidos denotan el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio de la investigación. Así mismo, se muestra la factibilidad de la aplicación del algoritmo para otorgar una evaluación al momento, ya que se obtuvo una eficiencia del 92% evaluando una ID del área superior tecnológica.

Por otra parte, el tiempo que este requiere para analizar una ID completa es de aproximadamente 25 segundos, a diferencia del tiempo que requiere un evaluador certificado que puede tardar más de 30 minutos para la misma labor. El módulo puede servir, de igual forma, para aminorar la carga de trabajo de este último al requerir de su participación únicamente en la evaluación final.

A futuro, a partir de una colección de ID redactadas, obtenidas a partir de la capacitación de docentes siguiendo la metodología de la plataforma, es factible el utilizar aprendizaje máquina para la detección de patrones entre ellas, extrayendo las características y relaciones que no han sido consideradas en el algoritmo actual debido a la cantidad limitada de ID con las que se contó para las pruebas. También, este apartado ayudaría a mejorar la detección de la relación entre la competencia y las actividades de aprendizaje.

**Agradecimientos.** Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado al segundo autor mediante la beca número 15989 y al quinto autor mediante la beca número 56046.

## Referencias

1. Muñoz-García, L. R. T., Gómez-Zermeño, M. G., Alemán de la Garza, L. Y.: Uso de la plataforma educativa Moodle en los procesos de capacitación de maestros de Educación Indígena en Jalisco, México. *Zo. próxima Rev. el Instituto Estud. Super. Educ.*, no. 24, pp. 28–42 (2017) doi: 10.14482/zp.24.8719
2. Arroyo-Martínez, S.: Innovación en el diseño de modelos educativos basados en competencia en las instituciones de educación superior en México. *Rev. Educ. Super.*, vol. 2, no. 5, pp. 20–31 (2018)
3. Secretaría de Educación Pública: Principales cifras del Sistema Educativo Nacional 2018-2019. *Dir. Gen. Planeacion, Programacion y Estad. Educ.*, vol. 53, no. 9, pp. 130 (2019)
4. Tecnológico Nacional de México: TecNM. <https://www.tecnm.mx> (2021)
5. Torres-Ríos, H., Larios-Hijar, I. H., Medina-Alcázar, A. C.: Neuroaprendizaje, actividades de enseñanza, actividades de aprendizaje e instrumentos de evaluación del aprendizaje. *Debates en evaluación y currículum*, vol. 24, no. 4 (2018)
6. Feo-Mora, R.: Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias pedagógicas*, vol. 16, pp. 221–236 (2010)
7. Suárez-González, M.: Influencia del relativismo en la instrumentación didáctica y el desempeño escolar. *RECIE. Rev. Electrónica Científica Investig. Educ.*, vol. 4, pp. 179–189 (2018)
8. Chiappe, A., Sánchez, J.: Informática educativa: Naturaleza y perspectivas de una interdisciplina. *Rev. Electrónica Investig. Educ.*, vol. 16, no. 1-18, pp. 135–151 (2014)
9. Sánchez-Vera, M. M., Tomás-Fernández, J., Serrano-Sánchez, J. L. M., Prendes-Espinosa, M. P.: Practical experiences for the development of educational systems in the semantic web. *J. New Approaches Educ. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–31 (2013) doi: 10.7821/near.2.1.23-31
10. Merino-Ruiz, L.: Desarrollo de ontología de competencias educativas. Universidad Politécnica de Madrid (2017)
11. Guerra, D., Cárcamo, L.: Revisión Sistemática de modelos de representación del conocimiento para el dominio del diseño curricular basado en competencias. <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/2041.pdf> (2021)
12. Cerón Garnica, C., Archundia Sierra, E., Beltrán Martínez, B., Cervantes Márquez, P., Galindo-Cruz, J. L.: Elaboración de una ontología para apoyar el diseño de secuencias didácticas basadas en competencias en la práctica del docente de educación media superior. *Res. Comput. Sci.*, vol. 99, no. 1, pp. 115–126 (2015) doi: 10.13053/rcs-99-1-11
13. González-Eras, A., Aguilar, J.: A scheme for updating the competency ontologies based on natural language processing and semantic mining [Esquema para la actualización de ontologías de competencias en base al procesamiento del lenguaje natural y la minería semántica], *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Tecnol. Inf.*, no. E17, pp. 433–447 (2019)
14. Martínez-Rodríguez, R., Benítez-Corona, L., Vazquez Mora, J. A.: La instrumentación Didáctica en Transición de una Educación Tradicional a una Basada en Competencias. *ANFEI Digital* (2014)
15. Solórzano-Zamora, H., Caballero-Vera, H. H.: Innovación metodológica para elevar el nivel de aprendizaje de la Química. *Rev. Didasc@lia Didáctica y Educ.*, vol. 10, pp. 161–176 (2019)
16. Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M.: *Ontological engineering: With examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the semantic web.* Springer (2004)
17. Protégé: <https://protege.stanford.edu/> (2020)