

## ARQUITECTURA PARA EL DESARROLLO DE TUTORIALES INTELIGENTES EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

---

### *José Antonio Cruz Zamora*

Profesor del Departamento de Sistemas y Computación en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en el Instituto Tecnológico de Apizaco del Tecnológico Nacional de México, Apizaco, Tlaxcala

### *Blanca Estela Pedroza Méndez*

Profesora del Departamento de Sistemas y Computación en la Maestría en Sistemas Computacionales y en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en el Instituto Tecnológico de Apizaco del Tecnológico Nacional de México, Apizaco, Tlaxcala

### *Daniel Cerón Grajales*

estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto tecnológico de Apizaco, Apizaco, Tlaxcala

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



***Nicolás Alonzo Gutiérrez***

Profesor del Departamento de Sistemas y Computación en la Maestría en Sistemas Computacionales y en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en el Instituto Tecnológico de Apizaco del Tecnológico Nacional de México, Apizaco, Tlaxcala

***Hugo Mario Ramírez Vázquez***

estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto tecnológico de Apizaco, Apizaco, Tlaxcala

***Víctor Hugo García Ilhuicatzi***

estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto tecnológico de Apizaco, Apizaco, Tlaxcala.

***Josué Saúl Castillo Hernández***

estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto tecnológico de Apizaco, Apizaco, Tlaxcala.

**Resumen:** Cuando desarrollamos un tutorial inteligente se tienen que modelar dos tipos de expertos, el experto en el área y el experto en docencia, y una propuesta de arquitectura para el desarrollo de tutoriales inteligentes, en el que la base de conocimientos de la materia se forma por un repositorio de Objetos de Aprendizaje, el cual tiene varios objetos para cada tema. Los Objetos de Aprendizaje son desarrollos de unidades mínimas de conocimiento de un área con una estructura instruccional y a través de un vector de valoración del objeto, éste se puede asociar con la estrategia adecuada al perfil del alumno que está determinado por su estilo de aprendizaje.

**Palabras-clave:** Tutoriales inteligentes, Objetos de Aprendizaje, Estilos de Aprendizaje, Aprendizaje experiencial.

## **INTRODUCCIÓN**

El problema del aprendizaje se ha abordado aprovechando las ventajas que ofrece la computadora para interactuar con el alumno y mantener características de seguimiento personalizado. El potencial que ofrecen los entornos gráficos, la animación y los dispositivos permite llevar un aprendizaje activo, donde el alumno construya y participe en un proceso reflexivo. Esto gracias a la posibilidad de crear ambientes con objetos de aprendizaje que puedan tratar el mismo tema desde diferentes perspectivas y con un enfoque totalmente didáctico y estructurado desde la presentación y estimulación adecuada del alumno para que éste se motive al aprendizaje, un desarrollo con presentación de materiales que lo mantenga interesado en el descubrimiento y en el placer de aprender y un reforzamiento adecuado que permita resultados pertinentes de formación de competencias.

En la convocatoria 2019 de apoyo a la investigación científica y tecnológica en los programas educativos de los Institutos

Tecnológicos Federales, se propuso el desarrollo de un sistema tutorial inteligente para la materia de Programación Web que, partiendo de identificar los estilos de aprendizaje, cree un modelo del estudiante para proporcionar los temas a través de Objetos de Aprendizaje contruidos a partir de diversas estrategias didácticas, lo que permita presentar y establecer tareas adecuadas al estudiante en forma personalizada, todo esto soportado por un facilitador que seleccione con reglas constructivistas las actividades y los recursos didácticos. La presentación de Objetos de Aprendizaje se realizará a través de la recuperación de objetos previamente clasificados por grados de membrecía y obtenidos mediante consultas relacionales difusas.

## OBJETOS DE APRENDIZAJE

De acuerdo con el modelo SCORM de ADL [ADL, 2001], un Objeto Reusable de Aprendizaje (SCO por sus siglas en inglés) es la unidad mínima de contenido educativo a la que da seguimiento un sistema administrador del aprendizaje. Un SCO está diseñado para poder ser usado en diferentes contextos (por ejemplo, diferentes cursos) por lo que no puede depender de que otros SCO sean presentados al estudiante antes o después.

Un objeto de aprendizaje debe poseer los siguientes atributos esenciales, que lo distinguan de simples piezas de información:

- Ser un objeto educativo.
- Proporcionar una cantidad de conocimiento o habilidad relativamente pequeña.
- Ser auto contenido.
- Ser útil en más de una secuencia de instrucción.
- Ser fácil de identificar y por tanto de buscar.

- Ser independiente de un sistema administrador del aprendizaje (*Learning Management System*, o LMS) específico.
- Ser accesible desde una gran variedad de plataformas.

Físicamente, un SCO es una colección de uno o más bienes que son representaciones electrónicas de textos, imágenes, sonidos u otras piezas de datos que pueda ser entregada a un cliente en la Web. La Figura 1 muestra una representación de un Objeto de Aprendizaje compuesto por varios bienes.

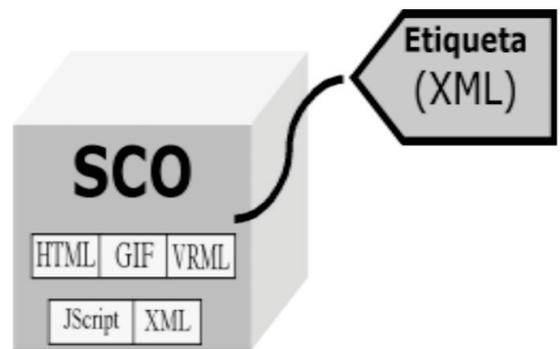


Figura 1. Objeto Reusable de Aprendizaje.

## LOS SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES

Los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) son sistemas basados en una computadora que realizan actividades de presentación inteligente para apoyar los procesos de enseñanza aprendizaje a través de la interacción con el alumno (Brusilovsky, 2007).

Los STI establecen un conjunto de actividades que debe realizar el estudiante para que construya aprendizajes, dichas actividades son constantemente replanteadas de acuerdo a las características del aprendiz. Para poder llevar a cabo dicha estructuración, los STI hacen uso de 4 módulos (ver Figura 2):

- **Módulo que modela el Comportamiento del Tutor.** Encargado de decidir qué actividades se le plantean, cómo se realizan y cuándo se realizan teniendo siempre en cuenta las características de los estudiantes,

de tal manera que se puedan elegir de forma apropiada los ambientes de aprendizaje. Dicho modelo se encarga de controlar y evaluar el rendimiento del estudiante.

- **Módulo que modela la base de Conocimientos de la Materia.** Provee el dominio del conocimiento que se pretende enseñar. Este conocimiento debe estar organizado pedagógicamente para facilitar la tarea del módulo que modela el comportamiento del tutor.

- **Módulo que modela el Perfil del Estudiante.** Encargado de administrar la información de cada estudiante. Algunos elementos que dicho modelo conoce son las características de aprendizaje del alumno, el nivel académico, las dificultades y las motivaciones. Dicha información es de gran importancia para hacer posible la planificación y replanificación de actividades (Arias, 2008). Cabe resaltar que el nivel académico es dinámico (éste cambia a medida que el estudiante avanza en el curso), y las características de aprendizaje del alumno son estáticas (se capturan por medio de diversas pruebas).

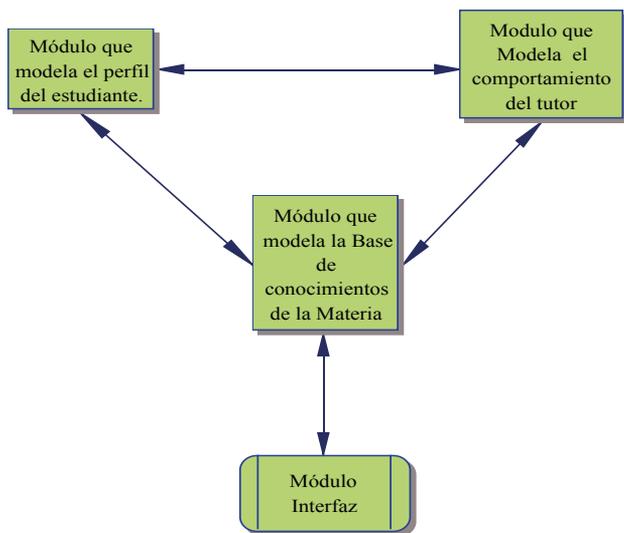


Figura 2. Arquitectura genérica de STI.

## ARQUITECTURA PROPUESTA

La arquitectura que se propone se puede observar en la Figura 3, considerando la arquitectura genérica de un Sistema Tutorial Inteligente y considerando la base de conocimientos como un repositorio de Objetos de Aprendizaje de la materia donde la granularidad establecida para el curso es por tema. Los módulos que lo conforma son:

- **Módulo que modela el Perfil del Estudiante.** Se determinará el perfil con el inventario de estilos de aprendizaje de Catalina Alonso y Peter Honey con cuatro valores de estilos dominantes: activos, reflexivos, teóricos o pragmáticos.

- **Módulo de Valoración de Objetos.** Establece la valoración de estrategias de un Objeto de Aprendizaje en su nivel de activación de experiencia concreta, proceso reflexivo, conceptualización abstracta y experiencia activa, éstas son las etapas del modelo experiencial de David Kolb y constituyen el modelo instruccional con el que se construyeron los objetos.

- **Módulo Tutor.** Determina la combinación de estrategia didáctica necesaria para un tipo de estilo de aprendizaje a través de niveles de membresía difusos con un modelo Mandani. Se pueden establecer las estrategias de aprendizaje para un estudiante, haciendo una correspondencia del estilo de aprendizaje del alumno que se determina en el Módulo que modela el Perfil de Estudiante con el inventario de Catalina Alonso y Peter Honey y las etapas del ciclo de aprendizaje experiencial de David Kolb, con lo cual se obtendría un descriptor de la estrategia a utilizar para un tema específico en el tipo de perfil determinado y con ello se solicita al Módulo Gestor de Objetos que recupere el Objeto de Aprendizaje adecuado para este estudiante (Cruz Zamora, Cuatecontzi Cuahutle, Sánchez Lucero, Sánchez Pulido, & Cerón Grajales, 2019).

- **Módulo Gestor de Objetos.** Recupera el Objeto de Aprendizaje adecuado de acuerdo a la estrategia de aprendizaje determinada para cada tema y a lo establecido por el Módulo Tutor. Los Objetos de Aprendizaje se valorarán para obtener un descriptor de cada uno y con ello poder recuperar el objeto construido con la combinación de estrategias más cercano a la establecida por el Módulo Tutor.

- **Módulo Gestor del Curso.** Da seguimiento al curso de un estudiante determinado, actualiza su perfil de acuerdo a los resultados obtenidos por cada objeto resuelto y mantiene el seguimiento del tema siguiente y los temas que ya fueron cubiertos.

- **Repositorio de objetos de aprendizaje.** Constituye la base de conocimientos de la materia y los Objetos de Aprendizaje tienen un modelo pedagógico intrínseco, ya que un Objeto de Aprendizaje tiene una estructura que está determinada por un modelo instruccional, en este caso el modelo instruccional se basa en el ciclo de aprendizaje experiencial de David Kolb. Se desarrollarán al menos 5 objetos de aprendizaje por cada tema, para que de esta manera se tengan objetos con una combinación diferente de estrategias. La materia de Programación Web consta de 27 temas, por lo que se desarrollarán un total de 135 Objetos de Aprendizaje para el repositorio.

## AVANCE DEL PROYECTO

Considerando esta arquitectura en la primera etapa, se ha desarrollado el Módulo que modela el Perfil del Estudiante a través del inventario de estilos de aprendizaje de Catalina Alonso y Peter Honey, con las Interfaces gráficas de usuario que se muestran en la Figura 4, además de desarrollar los Objetos de Aprendizaje del tema 1 con el que se está conformando el repositorio de los que constituyen la base de conocimientos del STI.

Para el almacenamiento del Perfil del

Estudiante se modeló una base de datos que contiene la información del alumno, el perfil determinado por el inventario de estilos de aprendizaje y las preguntas y respuestas con las cuales se obtiene. Las tablas que lo conforman son Preguntas, Alumnos, Perfil y Responde, mostradas en la Figura 5.

## REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Para el repositorio los Objetos de aprendizaje constan de 4 etapas: la experiencia concreta, el proceso reflexivo, la conceptualización abstracta y la experiencia activa. La experiencia concreta y la conceptualización abstracta deben contener el material adecuado que ayudará al alumno a conocer el tema en cuestión.

El proceso reflexivo y la experiencia activa deben contener evaluaciones que corroborarán el aprendizaje, además, dichas calificaciones serían utilizadas posteriormente por el sistema.

Al usar javafx se facilita en gran medida la construcción de dicho módulo ya que sólo se requería de una “Scene” la cual muestra el contenido del objeto de aprendizaje y un “BorderPane” que requiere de una cabecera y de un pie de página. Debido a que todas las etapas hablaban el mismo tema, se generaron dos métodos más los cuales son header() para la cabecera y footer() para el pie de página, dichos métodos serían del tipo “HBox” y solo mostrarían un texto alusivo al tema.

El contenido central del layout es sustituido dependiendo de la etapa a mostrar, para lo cual se generaron 4 métodos principales: ExpCon(), ProRef(), ConAbs(), ExpAct(), dichos métodos corresponden a cada una de las etapas planteadas anteriormente además de ser los encargados de mostrar el contenido y posteriormente mostrar el siguiente método.

El método de experiencia concreta es capaz de mostrar 2 tipos de actividades diferentes, un

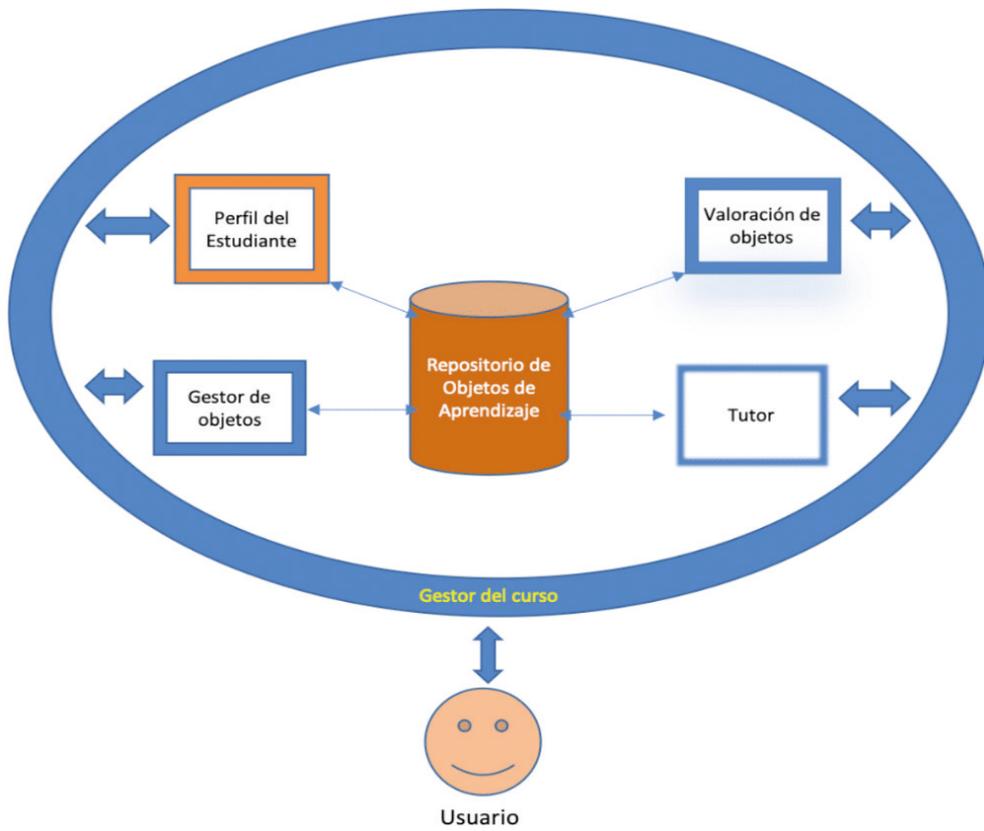


Figura 3. Arquitectura propuesta.

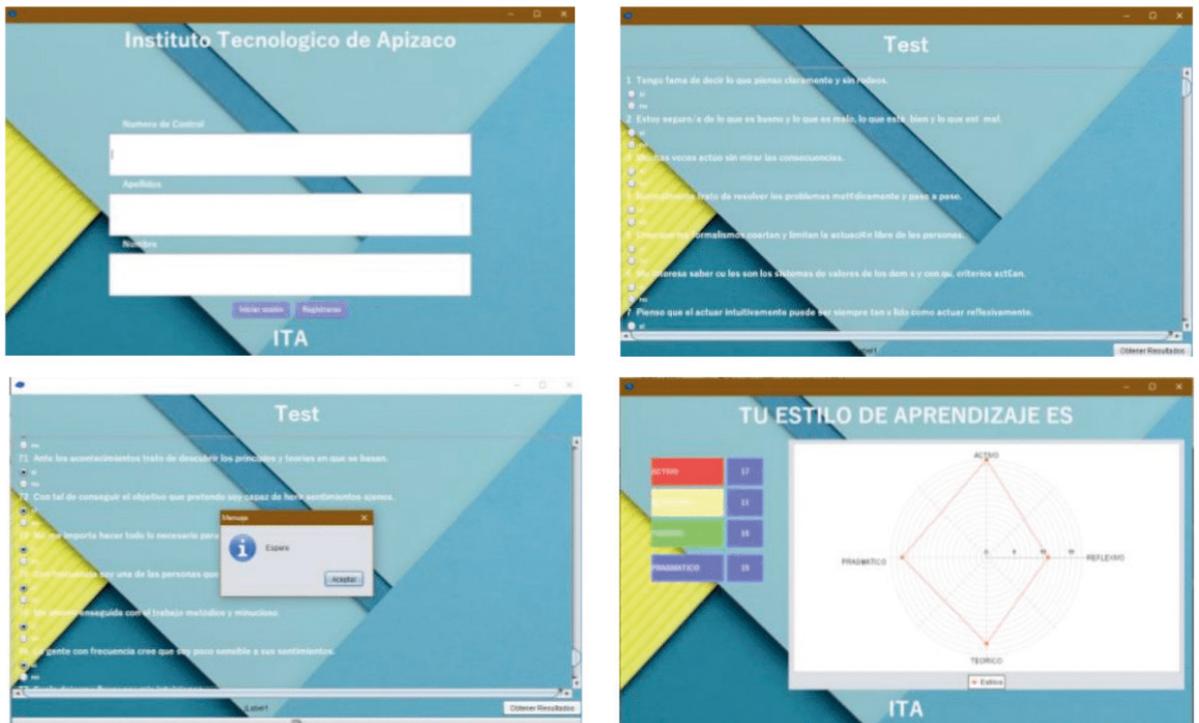


Figura 4. Interfaz gráfica del Módulo Perfil del Estudiante

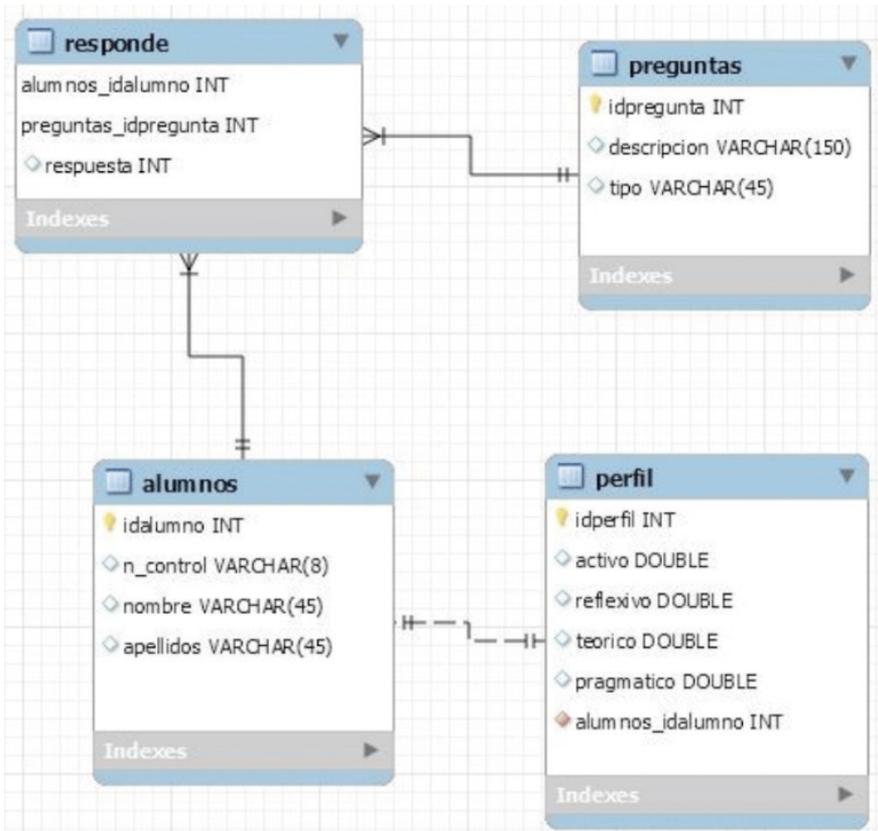


Figura 5. Esquema relacional del módulo perfil del estudiante.



Figura 7. Experiencia Concreta en un video.

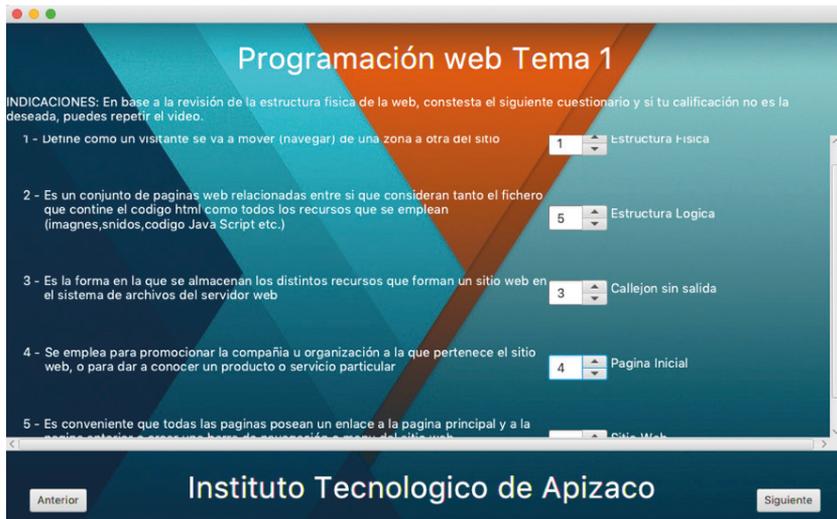


Figura 8. Proceso reflexivo en un cuestionario.



Figura 9. Conceptualización abstracta en un video.

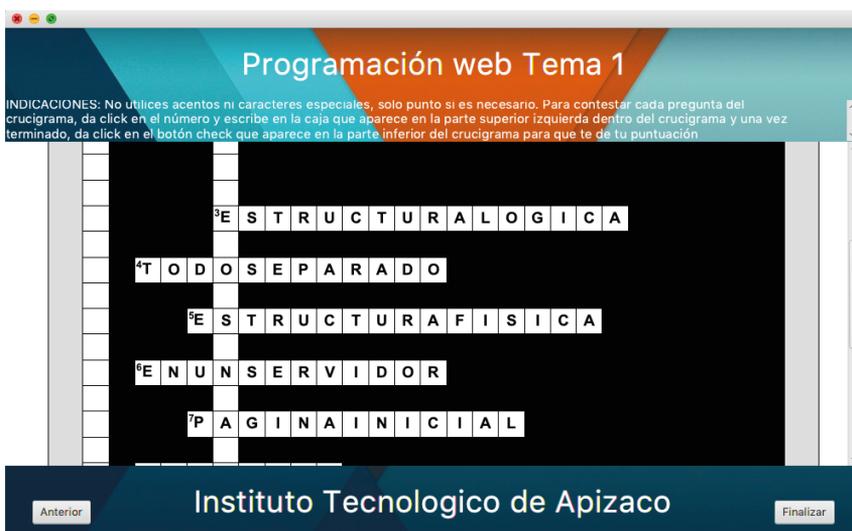


Figura 10. Experiencia Activa en un crucigrama.

escrito o un video introductorio al tema, para lo cual fue necesario crear 2 métodos más que son: CrearVideo() y CrearEscrito(), requerían de dos variables principales, la variable de ruta del video para el método CrearVideo() y la variable escrito para el método CrearEscrito(), dichas variables son del tipo String[] y son llamados dependiendo de la actividad requerida y al finalizar el método ExpCon() para llamar el método ProRef(). En la figura 7 se muestra la experiencia concreta generada con un video.

El método de proceso reflexivo muestra una evaluación referente a lo visto anteriormente, dicha evolución es de tipo relacional, para lo cual fue necesario crear 1 método RespuestaRelacional() dicho método requería de dos variables principales, la variable de preguntas y la de respuestas, estas variables son del tipo String[] dentro del método RespuestaRelacional() las cuales son generadas y posteriormente mostradas de forma aleatoria para crear complejidad al momento de responder. Al finalizar se muestra la calificación obtenida y posteriormente el método ProRef() que debe llamar el método ConAbs(). En la figura 8 se muestra el proceso reflexivo aplicando con un cuestionario de relacionar columnas.

El método de conceptualización abstracta muestra 3 tipos de actividad diferentes, un escrito, un video o imágenes en forma de diapositivas relacionado al tema, ya existían dos de los métodos necesarios: CrearVideo() y CrearEscrito(), de esta manera solo fue necesario crear un tercer método CrearImagenes(), dicho método requiere de una variable principal, la variable de imágenes de tipo String[], dicha variable contiene la ruta de las imágenes que se muestran en forma de diapositivas, dichos métodos son llamados dependiendo de la actividad requerida. Al finalizar el método ConAbs(), debe llamar el método ExpAct(). La figura 9 muestra el

proceso de conceptualización abstracta con un video.

El método de experiencia activa muestra 3 tipos de evaluaciones referente a lo visto anteriormente, ya existía uno de los métodos necesarios RespuestaRelacional(), de esta manera fue necesario crear dos métodos más: OpcionMultiple() y RespuestaAbierta(), dichos métodos requieren de 2 variables principales cada uno, la variable de preguntas y la de respuestas, para el método OpcionMultiple() la variable preguntas debe ser del tipo String[] mientras que la de respuestas debe ser del tipo String[][] ya que esta evaluación podía contener múltiples respuestas, para el método de RespuestaAbierta() las variables deben ser del tipo String[], dentro de ambos métodos las variables son generadas y posteriormente mostradas de forma aleatoria para crear complejidad al momento de responder, al finalizar se muestra la calificación obtenida y posteriormente el objeto de aprendizaje es creado. La figura 10 muestra la experiencia activa con un crucigrama.

## CONCLUSIÓN

El desarrollo de software educativo permite una adecuada integración de las Tecnologías de la Información al proceso de Enseñanza-aprendizaje, logrando potencializar y mejorar los resultados, por otro lado, el crecimiento de internet convierte a los Objetos de Aprendizaje y las plataformas de software en una herramienta que permite llevar conocimiento y ponerlo al alcance de todos.

Las materias que tienen altos índices de reprobación, por la naturaleza y complejidad de la disciplina, se verían beneficiadas al tener una herramienta que permita apoyar al estudiante en forma asíncrona, virtual y ubicua, ya que no importa el lugar ni el momento para que éste pueda acceder a tutoriales que le den la oportunidad de mejorar su desempeño. Una Arquitectura adecuada de tutoriales

inteligentes impactaría en general en la mejora de los resultados obtenidos en el aprendizaje, al incrementar el aprovechamiento académico del nivel superior y disminuir el índice de deserción en General.

Considerando que el Tecnológico Nacional de México cuenta con 254 instituciones

distribuidas en todo el País y que atiende a más de 600 000 estudiantes de nivel superior, podemos decir que el impacto de tener herramientas de software adecuadas en todas las materias sería un gran avance para del desarrollo académico del nivel superior.

## REFERENCIAS

ADL. *Sharable Content Object Reference Model Version 1.2. Advanced Distributed Learning, 2001*. URL <http://www.adlnet.gov>.

Arias E; Jiménez, M & Ovalle D. *Modelo MultiAgente basado en la Web para Planificación Instruccional y Evaluación Adaptativa en Cursos Virtuales. IX Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Caracas, Venezuela, 2008*.

Brusilovsky, P., et al. *Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems*. P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl (Eds.): *The Adaptive Web, LNCS 4321*, pp. 3-53, 2007.

Cruz Zamora, J. A., Cuatecontzi Cuahutle, E., Sánchez Lucero, E., Sánchez Pulido, M., & Cerón Grajales, D. (2019). *Modelo de Mediación Didáctica aplicado a las materias de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el Tecnológico de Apizaco del Tecnológico Nacional de México. Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Tepic 2019* (págs. 342-347). Tepic, Nayarit, México: Academia Journals.