

Modelo de obtención de datos de los principales Sistemas de Gestión del Aprendizaje

Data collection model of the main Learning Management Systems

Leonel Hernández-González¹, Anabelem Soberanes-Martín¹

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, México

lhernandezg571@alumno.uaemex.mx, asoberanesm@uaemex.mx

Recibido: 16/06/2021 | Corregido: 07/06/2022 | Aceptado: 11/06/2022

Cita sugerida: L. Hernández-González, A. Soberanes-Martín, "Modelo de obtención de datos de los principales Sistemas de Gestión del Aprendizaje," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 33, pp. 9-17, 2022. doi: 10.24215/18509959.33.e1

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje han funcionado como apoyo a profesores y estudiante, durante este tiempo han generado información valiosa, que con la llegada de la inteligencia artificial al campo de la educación han llamado la atención de investigadores que buscan generar contenido adaptativo basado en el comportamiento del alumno, sin embargo, se encuentran con el problema inicial de la recuperación de la información almacenada en distintas plataformas educativas. El artículo tiene como finalidad presentar una propuesta para obtener datos de los principales sistemas de gestión de aprendizaje, considerando el uso de Interfaces de Programación de la Aplicación que actualmente está presente en la mayoría de estos y se perfila a ser el estándar en la industria del desarrollo de aplicaciones. En conclusión, se identifica que Microsoft Teams, Google Classroom y Blackboard son los adecuados para la recuperación de datos que proporcionan la información necesaria para analizar las publicaciones de los estudiantes y sus interacciones, además de que estos proveedores cuentan con una documentación detallada de los servicios que incluyen.

Palabras clave: Obtención de datos; LMS; API; JSON; Microsoft Teams; Google Classroom; Blackboard.

Abstract

Learning Management Systems have functioned as support for teachers and students. During this time, they have generated valuable information. The arrival of artificial intelligence in education has attracted the attention of researchers who seek to create adaptive content based on student behavior; however, they encounter the initial problem of retrieving information stored on different educational platforms. This article presents a proposal for obtaining data from the central learning systems, considering the use of Application Programming Interfaces that is currently present in most of them and is emerging to be the standard in the application development industry. In conclusion, it is identified that Microsoft Teams, Google Classroom, and Blackboard are the most suitable for data recovery since they provide the information necessary to analyze the publications of the students and their interactions, in addition to the fact that these providers have detailed documentation of the services.

Keywords: Get data; LMS; API; JSON; Microsoft Teams; Google Classroom; Blackboard.

1. Introducción

En sus comienzos los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (SGA), mejor conocidos como LMS (del inglés, Learning Management System), fueron diseñados para almacenar y presentar a los usuarios cursos virtuales sin considerar los aspectos pedagógicos [1]. En la actualidad se han incorporado nuevas características con la finalidad de convertirlos en verdaderos agentes de aprendizaje, la aplicación de técnicas de inteligencia artificial fomenta el desarrollo de estos sistemas.

[2] propuso convertir los LMS en Sistemas Inteligentes de Aprendizaje, proporcionando un apoyo pedagógico adaptativo a los estudiantes de educación superior, en el cual, plantea transformar un LMS en un Sistema Inteligente de Aprendizaje, tomando como base la información que se encuentra almacenada actualmente en los LMS más comunes, un ejemplo de esto se presenta en la investigación de [3] en México, en la cual, se propone un sistema experto que sea capaz de recomendar recursos educativos a los estudiantes, aplicando un motor de inferencia y un modelo estocástico a Moodle, en ese trabajo, la obtención de información se realiza directamente desde la base de datos del LMS.

En 2020 [4] presentaron en Colombia DidacTIC una aplicación que pretende combatir la deserción y otros problemas asociados a la educación virtual, aplicando modelos de machine learning a la información de Moodle y Canvas por medio de las APIs que proporciona cada uno.

Por otro lado [5], propuso en España el estudio de los logs (bitácoras de actividad) de Moodle, utilizando minería de datos y aplicando técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado para determinar los riesgos de fracaso del alumno.

Mientras que [6], desarrolló módulos directamente en el LMS Kuepa para aplicar redes neuronales artificiales y de esta forma proporcionar educación virtual personalizada a los estudiantes de acuerdo con su estilo de aprendizaje.

En las investigaciones presentadas [4] [5] y [6] la etapa común es la obtención de datos de las diferentes plataformas de aprendizaje, cada autor ha utilizado un método distinto para este propósito, sin embargo, hasta el momento se desconoce cuál es la forma más eficiente para llevar a cabo esta tarea, por esto se realiza un análisis de los principales LMS, para determinar la manera adecuada para la recuperación de información almacenada.

Actualmente, existen distintos LMS desarrollados en varios lenguajes de programación, cuya información se almacena en diferentes sistemas gestores de base de datos, algunos de ellos con licencia de uso libre, mientras que otros pertenecen al software propietario. En el siguiente apartado se describen estos sistemas.

2. Desarrollo

[7] citado por [8] establecen que el desarrollo de los cursos en línea comenzó a principio de los años noventa, paralelo a la World Wide Web y consistía en la creación de páginas en HTML como material de apoyo para los estudiantes. La rápida expansión de internet amplió la oferta de contenido web educativo, sin embargo, era necesario abaratar los costos de producción de contenido, reducir los tiempos de producción, facilitar la gestión y simplificar la actualización, de esta forma se crearon los LMS que fomentaron la creación de más recursos y estos a su vez la creación de nuevos Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

En los años siguientes existió un desarrollo sostenido de estos sistemas, esto puede conocerse por medio del número de publicaciones realizadas sobre el tema, como lo muestra la Figura 1 generada con datos de [9]. En este gráfico se observa que a partir de 2019 comenzó un crecimiento acelerado debido a la pandemia de COVID-19, pasando de 8,489 artículos en 2019 a 9,445 en 2020 y 12,760 en 2021.

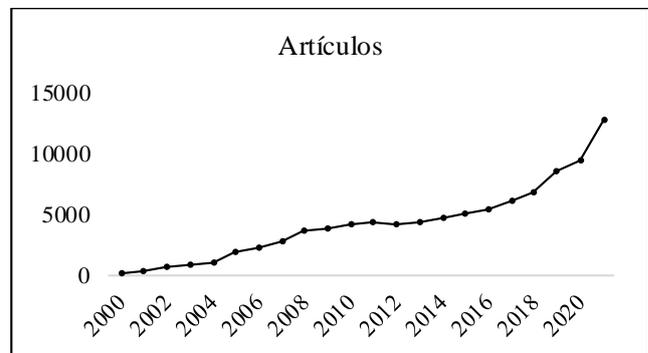


Figura 1. Desarrollo de los LMS
Fuente: Elaboración propia con datos de [9].

La pandemia causada por el coronavirus llevó a los investigadores a cuestionar la eficiencia de los LMS y en general de la educación a distancia, algunos estudios demuestran que los alumnos aprenden mejor de manera autodidacta a través de cursos en línea [10], sin embargo, prefieren las clases híbridas [11]. Considerando que la educación tiende al sistema híbrido, se espera que los LMS contengan cada vez más datos de los estudiantes, no solo de cuestiones académicas, sino también sociales, lo cual permitiría a los algoritmos de inteligencia artificial crear contenido adaptativo para ellos.

Lo anterior podría fomentar la creación de un nuevo tipo de sistemas de gestión de aprendizaje inteligente, sin embargo, aún persisten las interrogantes:

¿Cómo puede obtenerse esta información?

¿Cuál es la forma más segura para conectarse a los servidores que la contienen?

Para responder estos cuestionamientos, a continuación, se presenta un análisis metodológico de los principales LMS que existen en la actualidad.

3. Metodología

Con la finalidad de conocer las características de los diferentes LMS, se ha seleccionado la metodología de revisión estructurada de la literatura (SLR por sus siglas en inglés) para sistemas de información propuesta por [12] que establece las siguientes fases:

1. Definición del alcance
2. Conceptualización del tópico
3. Búsqueda de la literatura
4. Análisis y síntesis
5. Agenda de investigación

3.1. Definición del alcance

El primer paso de esta metodología consiste en acotar la investigación, es decir, establecer los límites que tendrá, para este propósito se crearon los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión

- LMS de código abierto
- LMS de software propietario
- Vigentes al año 2021
- Cualquier idioma
- Cualquier país de origen

Criterios de exclusión

- Sin documentación
- Sin acceso seguro a los registros de los estudiantes
- Con protocolos no estandarizados

De esta forma se obtiene la mayor cantidad de LMS y se excluyen aquellos que no son aptos para la obtención de datos de manera segura, es decir, que podrían comprometer la información de los estudiantes, por ejemplo, el acceso directo a la base de datos.

3.2. Conceptualización del tópico

Se realiza una búsqueda de diferentes aplicaciones que pertenezcan al mismo tipo requiere la comprensión del concepto, por esto se estableció la siguiente definición.

Un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS) es aquel que provee a profesores y estudiantes un salón de clases en línea que refuerza los procesos de aprendizaje, además, proporciona un entorno inclusivo para el progreso académico con estructuras que promueven la colaboración en grupos, entrenamiento profesional, discusiones y comunicación entre los usuarios del sistema [13].

3.3. Búsqueda de la literatura

Antes de realizar la búsqueda de la literatura se establece el objetivo de esta, formulando preguntas de investigación que serán respondidas al finalizarla.

Preguntas de investigación

- P1. ¿Cuáles son los principales Sistemas de Gestión de Aprendizaje?
- P2. ¿Cuál es la forma de intercambio de datos predominante?
- P3. ¿Qué protocolos de autenticación utilizan?
- P4. ¿Cuál es el protocolo de autenticación más común?
- P5. ¿Cuáles son los LMS adecuados para la obtención de información de estudiantes para aplicaciones de inteligencia artificial?

La última pregunta de investigación puede responderse a partir de las anteriores, considerando que los LMS adecuados son aquellos que tienen un modelo común de intercambio de información y de autenticación segura que permita estandarizar la recopilación de datos.

Hasta este punto se realizaron las tres primeras etapas de la metodología propuesta por [12], la siguiente, Análisis y síntesis de la información se presenta en la sección de Resultados, mientras que la última, Agenda de investigación se encuentra en las Conclusiones.

4. Resultados

La cuarta etapa de la metodología [12], consiste en analizar y sintetizar la información obtenida en la fase de búsqueda con la finalidad de responder las preguntas de investigación planteadas anteriormente.

4.1. Análisis y síntesis

La información de los distintos LMS se obtuvo de la documentación oficial de cada sistema, con esta se creó la Tabla 1 a partir de la cual se responden las preguntas planteadas anteriormente.

P1. ¿Cuáles son los principales Sistemas de Gestión de Aprendizaje?

Tabla 1. Análisis de los principales LMS

LMS	API	Autenticación
Moodle [14]	REST services	Web OAuth2
Canvas [15]	REST	OAuth2
Chamilo [16]	REST. Limitado a cursos. Se instala por separado.	secret_key
Sakai [17]	SOAP. Limitado	Host, user, password
LMS de WordPress	REST. WordPress	Cookie

plugin, LearnPress [18]	general.	authentication
Blackboard [19]	RESTful	OAuth2
eDucativa [20]	No	No disponible
FirstClass [21]	REST. Opentext general.	Domain, user, password
Saba [22]	Saba Integration Studio	SAML SSO Identity Provide
NEO [23]	No disponible	No disponible
Google Classroom [24]	RESTful	OAuth 2.0
Edmodo [25]	No disponible	No disponible
Seduca [26]	No disponible	No disponible
Teams [27]	RESTful	OAuth 2.0

Fuente: Elaboración propia con información de los LMS.

La Tabla 1 muestra también el tipo de autenticación que usa cada LMS y la API que utiliza para el intercambio de datos, se identifica que algunos no la implementan o no existe información disponible, por esto, esos sistemas no son considerados como parte de los resultados, se encuentran dentro de los criterios de exclusión, como es el caso de eDucativa, NEO, Edmodo y Seduca.

Como parte del análisis realizado, se presenta la arquitectura utilizada para el intercambio de datos, el formato de respuesta y el estándar de autenticación, así como los LMS más adecuados para la obtención de datos, considerando el tipo de API, el protocolo de conexión, la cantidad de información que proporcionan y su respectiva documentación.

P2. ¿Cuál es la forma de intercambio de datos predominante?

La Tabla 1 muestra que las arquitecturas más comunes para la obtención de información son APIs de tipo REST (del inglés representational state transfer) y su variante más completa RESTful, esta última proporciona los métodos GET, POST, PUT y DELETE. Para efectos prácticos REST y RESTful funcionan de la misma manera, únicamente se requiere del método GET.

Además, la forma de entrega de información de la arquitectura REST y RESTful es por medio de objetos JSON (JavaScript Object Notation), que de acuerdo con JSON Org. [28] es un formato ligero de intercambio de datos, fácil de leer y escribir para humanos, de generar e interpretar para las máquinas e independiente del lenguaje de programación.

P3. ¿Qué protocolos de autenticación utilizan?

La Tabla 1 muestra la existencia de distintos protocolos de autenticación dentro de los cuales están los de acceso directo a la base de datos que son considerados no seguros, tal es el caso de Chamilo, Sakai y FirstClass; además, de aquellos que no se encuentran estandarizados, tales como WordPress y Saba; estos son omitidos de los resultados al encontrarse en de los criterios de exclusión.

P4. ¿Cuál es el protocolo de autenticación más común?

Continuando con el análisis de la Tabla 1, el protocolo de autenticación más usado para establecer la comunicación con los LMS es OAuth en su versión 2.0. De acuerdo con OAuth [29], es el estándar de la industria enfocado a proporcionar una implementación simplificada del lado del cliente. En la Figura 2, se presenta un esquema del flujo de información de este.

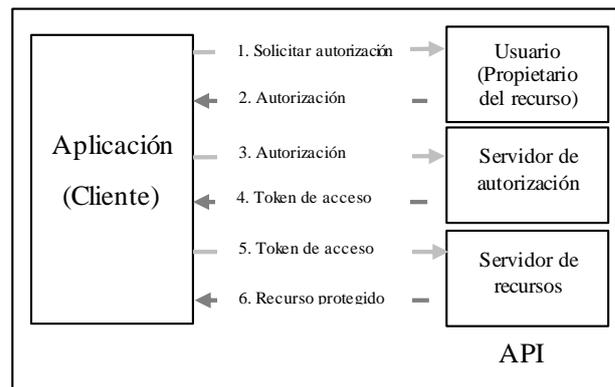


Figura 2. Flujo de información en OAuth 2 Fuente: [30].

P5. ¿Cuáles son los LMS adecuados para la obtención de información de estudiantes para aplicaciones de inteligencia artificial?

A partir de las respuestas anteriores se han descartado algunos LMS que se encuentran dentro de los criterios de exclusión, quedando únicamente Moodle, Canvas, Blackboard, Classroom y Teams, sin embargo, los tres últimos proporcionan una API estandarizada de tipo RESTfull, por lo cual son adecuados para la obtención de información para aplicaciones de inteligencia artificial.

A continuación, se presentan los tres LMS más adecuados para la obtención de información de los estudiantes. El listado se ha realizado considerando la cantidad de datos proporcionada, la facilidad de obtención, la seguridad (protocolo de autenticación) y la relación que existe entre sus diferentes servicios.

4.2. Microsoft Teams

En primer lugar, se encuentra Teams de Microsoft, el propietario presentó en 2021 Graph [27], que es una API que concentra la información de los servicios de la compañía. En la Figura 3, se presentan los recursos a los que se tiene acceso a través de su API.

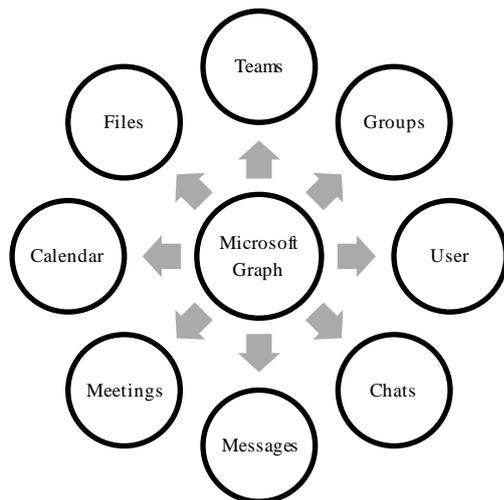


Figura 3. Servicios contenidos de la API de Microsoft Graph
Fuente: Elaboración propia con datos de [31].

Graph también proporciona una plataforma de exploración de la API en el sitio <https://developer.microsoft.com/es-es/graph/graph-explorer>. En ese lugar es posible realizar pruebas con datos de muestra o iniciar sesión con una cuenta de Microsoft para tener acceso a datos reales. Para el caso de Teams debe ser de tipo administrador.

Los recursos proporcionados por esta API en el servicio de Teams que pueden utilizarse para determinar el comportamiento del estudiante se presentan en la Figura 4 tomada de la documentación oficial, cabe mencionar que estos están vinculados al resto de los servicios como lo muestra la Figura 3, por lo tanto, es posible acceder a algunos datos del usuario, tales como el nombre para mostrar, el id y el correo electrónico. La documentación contiene las relaciones entre componentes, los modelos con sus atributos y el tipo de dato de cada uno, además, de la representación de la respuesta (response) en formato JSON con algunos ejemplos.

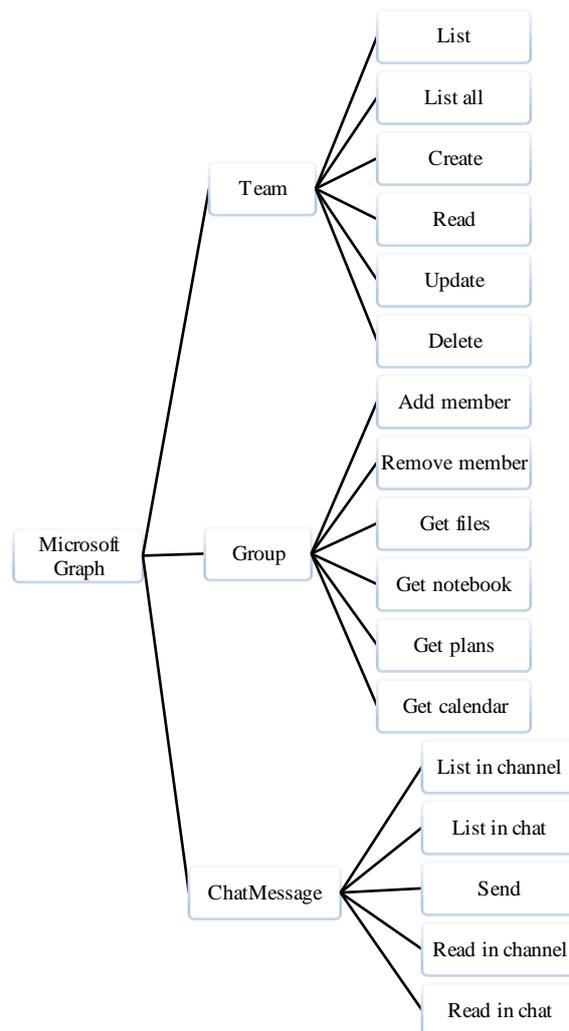


Figura 4. Recursos disponibles de la API para Teams
Fuente: Elaboración propia con datos de [32].

4.3. Google Classroom

A continuación, está Google Classroom que posee una API especialmente diseñada para esta plataforma, a diferencia de la de la Microsoft Teams, Google no cuenta con vinculación directa entre sus distintos servicios, esto tiene como desventaja el aumento del número de procesos para adentrarse a la información del alumno, sin embargo, le da la ventaja de estar centrado en el aspecto académico, con una documentación clara y concisa que hace sencilla la obtención de datos.

Los recursos disponibles por la API de Google Classroom son [24]

- Cursos
- Invitaciones
- Registros
- Perfil del usuario

En Google Classroom la información está centrada en torno a los cursos y estos a su vez, contienen a los demás elementos, como estudiantes, profesores y material de trabajo, esto permite utilizar ciclos para iterar dentro de los resultados y de esta manera obtener los elementos

hijos de los recursos. La Figura 5 muestra la estructura de la API.

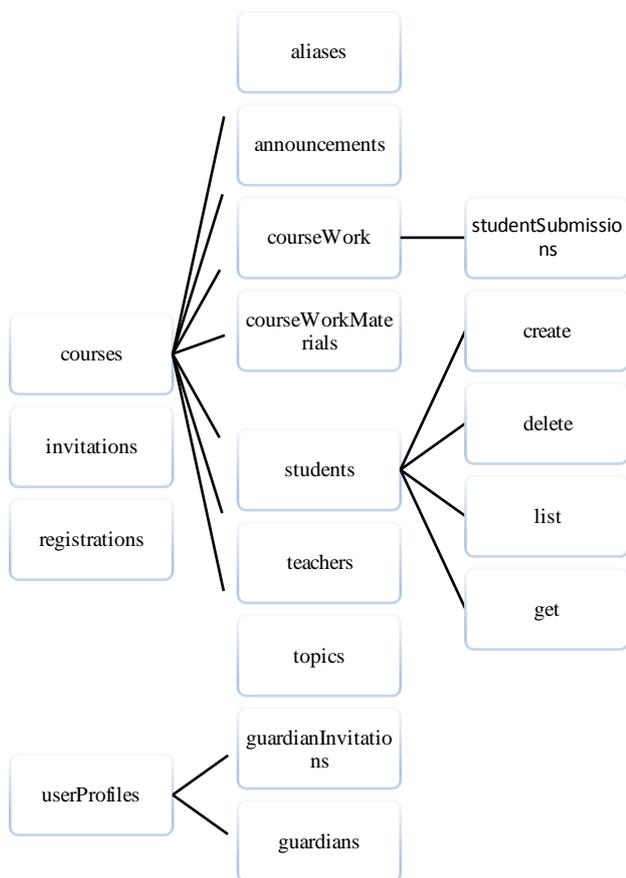


Figura 5. Distribución de API Google Classroom
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5 muestra que el elemento que puede considerarse para análisis de comportamiento del usuario es `courseWork` con `studentSubmissions` que contienen los trabajos asignados y los resultados obtenidos por los estudiantes. Esta API no proporciona acceso a otras publicaciones realizadas por el alumno.

El protocolo de autenticación para Google Classroom es OAuth 2 y debe habilitarse desde Google API Console con la cuenta del administrador. Una documentación detallada del uso puede encontrarse en <https://developers.google.com/identity/protocols/oauth2> [33].

4.4. Blackboard

Posteriormente, se encuentra Blackboard que al igual que Google Classroom está centrado en los cursos, sin embargo, no cuenta con otros servicios, pero lo compensa proporcionando más elementos que pueden utilizarse para el análisis de comportamiento, la Figura 6 contiene la distribución de la API.

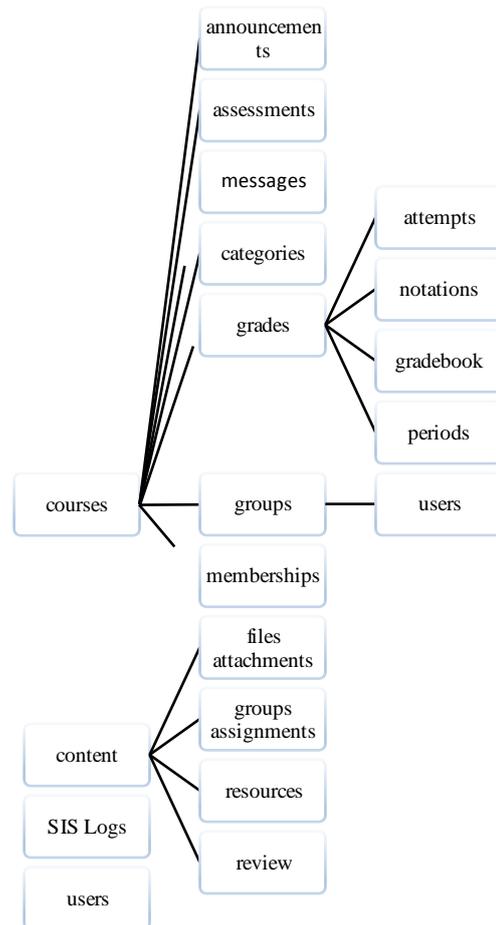


Figura 6. Distribución de API de Blackboard
Fuente: Elaboración propia.

Blackboard proporciona acceso a SIS Logs que permite conocer las actividades en el sistema, además cuenta con una API bien documentada y con una presentación amigable [19].

5. Propuesta de solución

Considerando el análisis presentado y siguiendo la arquitectura predominante que se usa en los LMS, se propone un modelo de obtención de datos en formato JSON con la información de los grupos, sus miembros y los mensajes de los estudiantes, que pueda ser utilizado para analizar el comportamiento de cada estudiante del grupo, entendiendo por modelo la definición de [34], que especifica que es un arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo, este concepto es adecuado ya que la propuesta está enfocada a Microsoft Teams y puede ser adaptada para Google Classroom y Blackboard.

A continuación, se presenta la salida propuesta en formato JSON, cabe mencionar que esta información puede ser manipulada en cualquier lenguaje de programación que acepte este tipo de arreglo para aplicar diferentes algoritmos de inteligencia artificial. La estructura de datos resultante de la Figura 7 está basado en la API de Microsoft Graph, sin embargo, puede ser adaptado a Google Classroom y a Blackboard; muestra el número de

cursos encontrados y cada uno contiene los miembros, que pueden ser alumnos o profesores, de estos se obtienen los datos generales como nombre, correo electrónico y el identificador del usuario, que puede ser utilizado para vincular otros servicios, por ejemplo, los mensajes de correo electrónico; para cada miembro se recuperan los comentarios que ha realizado en el grupo con el texto, las imágenes, reacciones de otros miembros, la fecha de publicación y edición, el identificador del mensaje, entre otros datos. El resultado es un archivo en formato JSON que puede colocarse en un servidor como un servicio de tipo GET como parte de una nueva API.

```

"reactions": [
  "Arreglo de reacciones"
],
//Otros mensajes
],
//Otros miembros
],
//Otros cursos
}
    
```

Figura 7. Modelo de obtención de datos en formato JSON
Fuente: Elaboración propia.

```

HTTP/1.1 200 OK
Content-type: application/json

{
  "count": "Número de cursos",
  "value": [
    {
      "id": "Identificador del curso",
      "displayName": "Nombre del curso",
      "members": [
        {
          "id": "Identificador del miembro",
          "roles": [
            "Estudiante"
          ],
          "displayName": "Nombre del estudiante",
          "userId": "Identificador del estudiante",
          "email": "Correo electrónico del estudiante",
          "messages": [
            {
              "id": "Identificador del mensaje",
              "replyToId": "Identificador del mensaje
padre",
              "messageType": "Tipo de mensaje",
              "createdDateTime": "Fecha de creación",
              "lastModifiedDateTime": "Fecha de última
modificación",
              "deletedDateTime": "Fecha de eliminación",
              "subject": "Asunto",
              "summary": "Resumen",
              "chatId": "Identificador del chat",
              "importance": "Importancia",
              "locale": "Localización",
              "body": {
                "contentType": "Tipo de contenido",
                "content": "Contenido del mensaje"
              },
              "attachments": [
                "Arreglo de archivos adjuntos"
              ],
              "mentions": [
                {
                  "id": "Identificador de la mención",
                  "mentionText": "Nombre de la persona
mencionada",
                  "mentioned": {
                    "application": "Aplicación origen",
                    "device": "Dispositivo origen",
                    "conversation": "Conversación origen",
                    "user": {
                      "id": "Identificador del usuario
mencionado",
                      "displayName": "Nombre del usuario
mencionado",
                      "userIdentityType": "Tipo de mención"
                    }
                  }
                }
              ]
            }
          ]
        }
      ]
    }
  ]
}
    
```

El algoritmo de la Figura 8 muestra la forma de recuperar los datos almacenados en Teams a partir de ciclos en cada nivel de la API. Procedimientos similares pueden utilizarse para generar un resultado similar en Google Classroom y Blackboard.

```

Procedimiento ObtenerDatos
  obtener Cursos
  guarda Cursos en Datos
  para cada Curso en Cursos hacer
    obtener los Miembros
    guarda Miembros en Datos
    para cada Miembro en Miembros hacer
      obtener Mensajes
      guarda Mensajes en Datos
      para cada Mensaje en Mensajes hacer
        obtener Información del mensaje
        guarda Información en Datos
      fin para
    fin para
  fin para
Fin del procedimiento
    
```

Figura 8. Algoritmo para generar arreglo de salida
Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de solución está dirigida a sistemas de software propietario, es posible adaptarla a aquellos de código abierto como Moodle, sin embargo, será necesario desarrollar servicios web que obtengan la información desde la base de datos y la presenten en formato JSON.

Conclusiones

Como resultado del análisis de los principales LMS se concluye que la arquitectura predominante es REST con respuesta en JSON, el protocolo de autenticación común es OAuth 2, de igual manera, se observa que los sistemas adecuados para obtener información de los estudiantes son Microsoft Teams, Google Classroom y Blackboard, los cuales son plataformas de pago, mientras que los de código abierto requieren de un trabajo mayor para poder tener acceso a los registros, siendo Moodle y Canvas los que podrían considerarse para la tarea de obtención de datos complementando las APIs actuales o construyendo nuevas específicamente para este propósito.

Además, se planteó un modelo de obtención de datos en formato JSON basado en la API de Microsoft Graph, como agenda de investigación, se propone crear los específicos para Google Classroom y Blackboard, posteriormente, será posible analizar los puntos en común que existen entre estas plataformas y unificarlos en una

sola. Un trabajo paralelo puede realizarse con los LMS de uso libre, para los cuales, es necesario robustecer las APIs existentes.

Esta propuesta presenta un antecedente para el comienzo de la creación de Sistemas de Inteligentes para la educación como lo plantea [2], a partir de la minería de datos de los LMS existentes en la actualidad. Esta valiosa información puede ayudar a los investigadores de inteligencia artificial a crear algoritmos que determinen la manera ideal de aprendizaje del estudiante y así proporcionar contenido educativo personalizado dentro de la misma plataforma.

Referencias

- [1] M. Bendezú, Artist, *LMS*. [Art]. Universidad Nacional del Educación, 2018.
- [2] M. Zapata-Ros, "La universidad inteligente: la transición de los LMS a los Sistemas Inteligentes de Aprendizaje en Educación Superior," *RED. Revista de Educación a Distancia.*, vol. 57, no. 10, pp. 1-43, 31/01/2018.
- [3] C. Pérez y E. Aparicio, "Sistema experto para la recomendación de recursos educativos," de *Afrontar los retos en la educación en el siglo XXI 2*, México, Hors on ediciones escolares, 2018, pp. 153-169.
- [4] M. L. Torres-Barreto, J. K. Acosta-Medina y M. Alvarez-Melgarejo, "Inteligencia artificial en la educación virtual," de *Conferences proceedings CIVINEDU 2020*, Madrid, España, REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa, Madrid, Spain, 2020, pp. 188-190.
- [5] M. C. Sáiz, Artist, *Metacognición e inteligencia artificial más allá del paralelismo de funcionamiento*. [Art]. Universidad de Burgos, 2019.
- [6] D. Arango, L. González, J. García, M. Luna, J. Cuatindioy y D. Torres, "Educación virtual personalizada a estilos de aprendizaje y ABP: Una aproximación basada en redes neuronales," *Sistemas, cibernética e informática*, vol. 17, no. 1, pp. 84-89, 2020.
- [7] E. Román-Mendoza, "El desarrollo de cursos a distancia en la World Wide Web mediante plataformas virtuales: "WebCT" en el mundo universitario norteamericano," Instituto Cervantes, España, 2000.
- [8] C. A. Clarenc, Analizamos 19 plataformas de e-learning. Investigación colaborativa sobre LMS, Grupo GEIPITE, Congreso Virtual Mundial de e-Learning, 2013, p. 33.
- [9] Elsevier, "Scopus," 14/11/2021. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/>.
- [10] J. Lim, H. Ko, J. Park y J. Ihm, "Effect of active learning and online discussions on the academic performances of dental students," *BMC Medical Education*, vol. 22, no. 1, pp. 1-9, 2022.
- [11] S. Li, C. Zhang, Q. Liu y K. Tong, "E-Learning during COVID-19: perspectives and experiences of the faculty and students," *BCM Medical Education*, vol. 22, no. 1, pp. 1-11, 2022.
- [12] J. v. Brocke, A. Simons, B. Niehaves, K. Riemer, R. Plattfaut y A. Clevén, "Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process," *ECIS 2009 Proceedings*, pp. 1-15, 2009.
- [13] V. M. Bradley, "Learning Management System (LMS) Use with Online Instruction," *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, vol. 4, no. 1, pp. 68-92, 2021.
- [14] Moodle, "Web service API functions," 22/03/2021. [En línea]. Available: https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions.
- [15] Canvas LMS, "REST API and Extensions Documentation," 23 03 2021. [En línea]. Available: <https://canvas.instructure.com/doc/api/>.
- [16] Chamilo, "Chamilo APIs," 24/03/2021. [En línea]. Available: <https://github.com/chamilo/chamilo-lms/wiki/Chamilo-APIs>.
- [17] Sakai, "How to use the Sakai Web Services," 25/03/2021. [En línea]. Available: <https://confluence.sakaiproject.org/display/WEBSVCS/How+to+use+the+Sakai+Web+Services>.
- [18] WordPress.org, "REST API Handbook," 26/03/2021. [En línea]. Available: <https://developer.wordpress.org/rest-api/>.
- [19] Blackboard, "REST API documentation," 27/03/2021. [En línea]. Available: <https://developer.blackboard.com/portal/displayApi>.
- [20] eDucativa, "eDucativa," 28/03/2021. [En línea]. Available: <https://www.educativa.com/>.
- [21] Opentext, "Opentext Developer," 29/03/2021. [En línea]. Available: <https://developer.opentext.com/apis>.
- [22] Saba, "Saba Integration Studio for Saba Cloud," 30/03/2021. [En línea]. Available: <https://assets.saba.com/uploads/resources/product-information/saba-integration-studio/ds-saba-integration-studio-f.pdf>.
- [23] Neo LMS, "Neo LMS," 31/03/2021. [En línea]. Available: https://www.neolms.com/latinoamerica/integracion_herramientas_favoritas.
- [24] Google, "Developers Google," 01/04/2021. [En línea]. Available: <https://developers.google.com/classroom>.
- [25] Edmodo, "Edmodo," 02/04/2021. [En línea]. Available: <https://new.edmodo.com/?language=es>.
- [26] Universidad Autónoma del Estado de México, "SEDUCA," 03/04/2021. [En línea]. Available: <https://www.seduca.uaemex.mx/index.php>.

[27] Microsoft, "Microsoft Graph," 04/04/2021. [En línea]. Available: <https://developer.microsoft.com/es-es/graph>.

[28] JSON Org, "ECMA-404 The JSON Data Interchange Standard.," 05 04 2021. [En línea]. Available: <https://www.json.org/json-es.html>.

[29] OAuth, "OAuth 2.0," 06/04/2021. [En línea]. Available: <https://oauth.net/2/>.

[30] M. Anicas, "An Introduction to OAuth 2," 19/04/2021. [En línea]. Available: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/an-introduction-to-oauth-2>.

[31] Microsoft, "Overview of Microsoft Graph," 07/04/2021. [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/graph/overview>.

[32] Microsoft, "Use the Microsoft Graph API to work with Microsoft Teams," 08/04/2021. [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/graph/api/resources/teams-api-overview?view=graph-rest-1.0>.

[33] Google, "Plataforma de identidad en Google," Google, [En línea]. Available: <https://developers.google.com/identity/protocols/oauth2>. [Último acceso: 21/05/2021].

[34] Real Academia Española, Diccionario de la lengua española (22a. ed.), Madrid, España: Autor, 2014.

Información de Contacto de los Autores:

Leonel Hernández-González

Av. Hermenegildo Galeana 3, María Isabel
Valle de Chalco Solidaridad,
México

lhernandezg571@alumno.uaemex.mx

<https://cuvalledechalco.uaemex.mx/>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7151-811X>

Anabelem Soberanes-Martín

Av. Hermenegildo Galeana 3, María Isabel
Valle de Chalco Solidaridad,
México

asoberanesm@uaemex.mx

<https://cuvalledechalco.uaemex.mx/>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1101-8279>

Leonel Hernández-González

Ingeniero en Computación. Maestro en Ciencias de la Computación. Estudiante de Doctorado en Ciencias de la Computación en la línea de cómputo educativo. Universidad Autónoma del Estado de México.

Anabelem Soberanes-Martín

Licenciatura en Sistemas de Computación Administrativas, Universidad del Valle de México, Maestría en Educación, Universidad de las Américas A.C., Doctorado en Ciencias de la Educación, Colegio de Estudios de Posgrado de la Ciudad de México.