Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

Plataforma para la comunicación entre clientes y asesores en una casa de bolsa utilizando algoritmos de clusterización

Platform for communication between clients and financial advisors in a brokerage firm using clustering algorithms

Jiménez-Fernández, M.C., Argumedo-Hinojosa, A., Ríos-Martínez, S., García-Alonso D.A.

Escuela de Ingeniería y Tecnologías; Universidad de Monterrey; C.P. 66238, San Pedro Garza García, Nuevo León.
consuelo.jimenez@udem.edu; andrea.argumedo@udem.edu; samara.rios@udem.edu; diego.garciaa@udem.edu

Innovación tecnológica: herramientas tecnológicas para la comunicación entre los clientes de alto valor patrimonial y sus asesores financieros en una casa de bolsa.

Área de aplicación industrial: casas de bolsa.

Enviado: 20 julio 2020
Aceptado: 24 septiembre 2020

Abstract

Effective communication between clients and financial advisors is essential when trading financial products. Due to the lack of technological tools and the time taken by traditional means, this has a negative impact on the brokerage firm's operations. This development aims to create a web and mobile platform to establish an efficient communication channel in which the client is able to visualize transactions, operations, portfolio and profit; analyzing and authorizing the recommendations made by the financial advisor, and executing transactions automatically. Agile methodology which is based off sprints, was used for both developments, which helped us generate the necessary deliverables in each sprint guaranteeing the software quality. By applying Agile, the application requirements were met. Likewise, a three-layer architecture was chosen for the system, where React JS and React Native were the frameworks used for the communication channel development. Additionally, in order to improve the experience of trading stocks, a machine learning search engine was included. An in-depth analysis for each algorithm was performed, leading to the selection of affinity propagation as the clustering algorithm for financial symbols since the algorithm defines the number of groups. On the other hand, k-means was the chosen

algorithm for grouping clients, taking in consideration the stakeholders specifications, who asked for four clusters. As a result, it is possible to improve customer service by increasing clients' operability and reducing response time. Operation in the platforms is limited to Google Chrome version 76+, Android 4.0+ and iOS 9.0+. It is important to mention that the solution was designed for a specific user profile, adjusted to the needs of a specific brokerage firm.

Key words: clustering, financial issuers, machine learning, software, technology.

Resumen

La comunicación efectiva entre clientes y asesores financieros es vital cuando se trata de recomendar sobre la compra o venta de algún producto financiero. Debido al tiempo que esto toma, se tiene un impacto negativo en la operatividad de la casa de bolsa, ante la falta de herramientas tecnológicas. Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma web y móvil para establecer un canal de comunicación adecuado en el cual se pueda visualizar movimientos, operaciones, portafolio y rendimientos; consultando y autorizando las recomendaciones realizadas por el asesor, y ejecutando las transacciones de forma automática. Para el desarrollo de las plataformas se utilizó una metodología ágil basada en iteraciones, generando los entregables necesarios para cada iteración, con sus pruebas, garantizando la calidad del software. Gracias a esta metodología de trabajo, se cumplieron todos los requerimientos enlistados para el desarrollo web y móvil. Así mismo, se optó por una arquitectura de tres capas para el sistema, en donde se usó React JS y React Native como los marcos de trabajo para el desarrollo del canal de comunicación. Adicional a esto, con el fin de mejorar la experiencia de compra y venta de capitales y de realizar recomendaciones financieras, se incluyó un buscador de emisoras y de clientes utilizando aprendizaje automatizado, también conocido como *machine learning*. Se realizó un análisis exhaustivo de cada algoritmo, en donde se seleccionó el algoritmo de agrupamiento *affinity propagation* para agrupar emisoras similares, y *k-means* para agrupar a los clientes cuyo comportamiento y portafolio fuera similar. Dichos algoritmos fueron elegidos ya que en el primero no hay un número predefinido de grupos y se calcula automáticamente conforme aprende el algoritmo, mientras que en el segundo se define previamente un número de grupos. Con esto se logra mejorar el servicio incrementando la operatividad del asesor con sus clientes y reduciendo los tiempos. Es importante aclarar que la operación de la plataforma está limitada al navegador Google Chrome versión 76+ y la aplicación móvil en Android 4.0+ y iOS 9.0+. Además, la solución está diseñada para un perfil de usuario determinado, ajustada a las necesidades de una casa de bolsa específica.

Palabras clave: agrupación, emisoras, machine-learning, software, tecnología.

1. Introducción

Las casas de bolsa son sociedades anónimas, quienes se encargan de ofrecer y llevar a cabo la negociación de valores, con la autorización para operar por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Sus procesos deben de ser eficientes para lograr un mejor servicio al

cliente y mantener la operatividad a través de las inversiones que estos realizan.

Las diversas operaciones que se llevan a cabo con los clientes, van desde mercado de capitales, fondos de inversión y mercado de dinero. Al no tener un conocimiento profundo de estas operaciones, los clientes buscan una asesoría personalizada. El problema radica en que la atención se realiza por teléfono, enfocándose a un porcentaje bajo de clientes, además de que estos no están dispuestos a invertir tanto tiempo. Ante esta área de oportunidad, se toma la decisión de realizar un desarrollo tecnológico basado en software en ambiente web y móvil para casas de bolsas. Contando con la participación de una casa de bolsa regiomontana, se logró comprender el proceso a detalle, la realización de las pruebas, y el recopilado de información necesaria para construir la plataforma tecnológica permitiendo un mejor servicio entre clientes y asesores financieros.

El objetivo de este trabajo, se enfoca en el desarrollo de una plataforma que proporcione un canal de comunicación entre el cliente y el asesor financiero, para recibir y autorizar las recomendaciones de productos financieros, además de consultar y manejar su cuenta y realizar operaciones en el mercado de capitales. Donde las emisoras a recomendar están basadas en un algoritmo de agrupación a seleccionar, como resultado de un análisis y pruebas.

Todo el trabajo del desarrollo de la plataforma se presenta en los siguientes apartados de este artículo: estado de la cuestión, metodología, materiales y métodos, resultados y conclusiones. En el estado de la cuestión se muestra la falta de existencia de tecnologías que permita la comunicación entre los clientes y asesores financieros de una casa de bolsa. En cuanto al enfoque metodológico se menciona el marco de trabajo y el proceso que se siguió para el desarrollo de la plataforma web y móvil. En relación a materiales y métodos se describen las tecnologías de hardware y software utilizadas, así como las técnicas de agrupación analizadas. En lo que corresponde a los resultados generados, se describen las actividades realizadas y los entregables de cada una de las iteraciones, así como el proceso llevado a cabo para la selección de algoritmos de agrupación. Finalmente, en las conclusiones se hace énfasis a la importancia de los algoritmos de agrupación y a los trabajos futuros que pueden ser incorporados a la plataforma desarrollada.

2. Estado de la cuestión

Comparado con otros países, la educación financiera de la población mexicana es incipiente. Por ejemplo, en Estados Unidos, seis de cada diez personas invierten, mientras en México solamente 1 de 500 lo hacen [1]. Se considera que esto afecta negativamente a la inversión en la Bolsa Mexicana de Valores Compañías como JP Morgan, Charles Schwab, GBM, entre otras que se mencionan a continuación, ya han identificado la oportunidad de operar de manera digital y los esfuerzos para compararse con casas de bolsa internacionales han comenzado.

En Estados Unidos, las empresas de banca de inversión han apostado por invertir grandes cantidades de dinero en el desarrollo de tecnología para atraer más clientes. El CEO (Chief Executive Officer) de JP Morgan ha iniciado una transformación digital, invirtiendo casi $20 billones de dólares en mejorar y actualizar su tecnología. JP Morgan se ha enfocado en contratar empleados en el área de tecnología y desarrollo, para lograr su objetivo de ofrecer todos sus servicios de manera digital. Una de las plataformas móviles creada por JP Morgan, llamada JPM Mobile, permite a los clientes monitorear sus portafolios, manejar el balance de su cuenta y

leer noticias financieras relevantes. Asi mismo, esta aplicación se orienta a los clientes de alto valor patrimonial de la compañía [2].

Otra empresa que se ha enfocado en la tecnología es Charles Schwab, la cual ha invertido $500 millones de dólares en la experiencia del cliente, siendo la mayoría de este dinero enfocado en tecnología. Como resultado, se registraron 827,000 cuentas nuevas en la primera mitad del 2018. Charles Schwab, tiene aproximadamente 450 equipos desarrollando nuevas interfaces y funcionalidades [3]. Con base en el tipo de cliente, las plataformas ofrecen diversas funcionalidades. En el caso de los clientes con alto valor patrimonial, se incluyen funcionalidades para interactuar con el asesor financiero. Estos clientes, además de recibir las recomendaciones de su asesor, pueden operar y realizar transacciones por su cuenta [4].

En el caso de España, el año pasado se lanzó Finline, la primera plataforma online de desarrollo propio. Se orienta al inversor particular, ofreciendo asesoramiento independiente [5]. Se utiliza tecnología *fintech* para facilitar a los clientes la comunicación y el seguimiento de su cartera, los clientes reciben recomendaciones en todo lugar y tienen acceso a toda la información sobre los mercados [6].

Por otra parte, las casas de bolsa mexicanas todavía no alcanzan el mismo nivel tecnológico que las empresas de otros países. Aunque se ha buscado el desarrollo tecnológico para atraer nuevos clientes y ofrecer un mejor servicio, queda mucho por mejorar. Por ejemplo, Valores Mexicanos Casa de Bolsa (VALMEX), ya cuenta con una plataforma web mediante la cual los clientes pueden dar seguimiento a su cuenta al visualizar el resumen de su cartera, resumen de sus movimientos, histórico de saldos de valores, entre otra información relacionada a su cuenta. Una desventaja es que VALMEX aún no ofrece a sus clientes una plataforma móvil para consultar su estado de cuenta en todo momento. Otro punto a mejorar es que los clientes de VALMEX, para realizar cualquier movimiento o transacción, deben contactar a un asesor financiero por teléfono o por escrito, para que de esta manera se concrete la compra o venta [7].

De igual manera, la casa de bolsa regiomontana quien proveerá con información validando los resultados, se encuentra en el proceso de transformación digital, ofreciendo a sus clientes una plataforma web en la que ellos pueden visualizar información relacionada a su cuenta, como su portafolio y movimientos realizados. Sin embargo, al igual que VALMEX, no es posible realizar operaciones mediante la plataforma web [8]. Esto deja mucho que desear para los clientes y es notable la diferencia del avance tecnológico, comparando México con otros países.

Al comparar las funciones asociadas a servicios que ofrecen las casas de bolsa analizadas en sus portales digitales para sus clientes podemos encontrar los siguientes resultados en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación entre servicios ofrecidos en casas de bolsa.

	Chat con Asesor	**Recomendaciones**	**Operación directa en mercado de capitales**	**Consulta de estado de cuenta**
Casa de bolsa participante en la investigación				
GBM	 El único método de comunicación con su asesor es vía correo o llamada telefónica.	 No existe un canal dentro de la plataforma para que el cliente reciba recomendaciones de su asesor.	 El cliente puede comprar o vender acciones dentro de la plataforma digital.	 El cliente puede consultar su estado de cuenta, incluyendo información acerca de su portafolio y movimientos.
Valmex	 El único método de comunicación con su asesor es vía correo o llamada telefónica.	 No existe un canal dentro de la plataforma para que el cliente reciba recomendaciones de su asesor.	 Las operaciones en mercado de capitales deben ser por teléfono o por escrito.	 El cliente puede consultar su estado de cuenta, incluyendo información acerca de su portafolio y movimientos.
VALUE	 El único método de comunicación con su asesor es vía correo o llamada telefónica.	 No existe un canal dentro de la plataforma para que el cliente reciba recomendaciones de su asesor.	 Las operaciones en mercado de capitales deben ser por teléfono o por escrito.	 El cliente puede consultar su estado de cuenta, incluyendo información acerca de su portafolio y movimientos.
JP Morgan	 El único método de comunicación con su asesor es vía correo o llamada telefónica.	 El cliente puede visualizar la recomendación por parte de su asesor, pero no puede aceptar o rechazarla directamente.	 El cliente puede comprar o vender acciones dentro de la plataforma digital.	 El cliente puede consultar su estado de cuenta, incluyendo información acerca de su portafolio y movimientos.
Charles Schwab	 El único método de comunicación con su asesor es vía correo o llamada telefónica.	 El cliente puede visualizar la recomendación por parte de su asesor, pero no puede aceptar o rechazarla directamente.	 El cliente puede comprar o vender acciones dentro de la plataforma digital.	 El cliente puede consultar su estado de cuenta, incluyendo información acerca de su portafolio y movimientos.
Finline	 En caso de dudas el cliente puede enviarla y esperar a que alguien del grupo de asesores lo contacte.	 Las recomendaciones no son por parte de un asesor financiero, sino se generan automáticamente basado en el perfil del cliente.	 El cliente puede comprar o vender acciones dentro de la plataforma digital.	 El cliente puede consultar su estado de cuenta, incluyendo información acerca de su portafolio y movimientos.

Con base en los criterios utilizados en la Tabla 1, se observa que las herramientas ya existentes no satisfacen por completo las necesidades del cliente. Todas las empresas ofrecen el servicio de consulta del estado de cuenta a sus clientes, pero las empresas americanas son las que ofrecen más servicios, entre los que se encuentra la operación directa en mercado de capitales o los retiros y depósitos a la cuenta por medio de la plataforma. Tanto para las casas de bolsa nacionales e internacionales, la falta de un

canal de comunicación entre clientes con su asesor financiero con un enfoque en recomendaciones financieras, representa un área de oportunidad.

3. Metodología

Scrum forma parte del movimiento ágil, el cual es una respuesta a problemas identificados en la gestión de proyectos de desarrollo de software. El desarrollo ágil hace énfasis en la comunicación y la colaboración, software funcional, organización del equipo, y flexibilidad para adaptarse a situaciones inesperadas. Ya que la metodología ágil no provee pasos concretos, se crearon diversas guías y marcos de trabajo para lograr lo que esta plantea [9].

Scrum es un marco de trabajo de gestión para desarrollar un producto incremental siguiendo una estructura con roles, eventos, reglas y entregables definidos. El desarrollo se lleva a cabo por un equipo autoadministrado que es responsable de crear y adaptar sus procesos a este marco de trabajo. En Scrum se trabaja por iteraciones con duración definida, llamadas *sprints*, cada *sprint* tiene una duración máxima de 30 días.

En cada *sprint* el equipo tiene la tarea de crear un incremento en el producto. Existe un equipo y un dueño de producto, con el cual se tienen juntas para mostrar avances y tomar decisiones.

Existen 5 tipos de eventos en Scrum:

1. *Sprint*: cada sprint puede ser considerado como un proyecto.
2. Planeación del *sprint*: primeramente, hay una junta de planeación del *sprint*, en ella se negocian los objetivos a cumplir durante ese sprint. Se define el entregable a realizar y los medios para lograrlo.
3. *Daily Scrum*: diariamente hay una junta de máximo 15 minutos entre el equipo para hablar de lo realizado el día anterior y lo que se realizará ese día, así como dificultades presentadas. Esto se utiliza para mejorar el trabajo en equipo y su rendimiento.
4. *Sprint review*: se realiza una junta de cierre de *sprint*, esta junta se realiza en conjunto con el dueño del producto y se muestran los resultados del *sprint*. Se define el trabajo que se completó y el faltante.
5. *Sprint retrospective*: durante la junta retrospectiva, el equipo de Scrum se reúne para hablar de la manera de trabajo, lo que les ha servido, y posibles mejoras para el siguiente sprint.

En este marco de trabajo se definen artefactos para mantener una planeación y desarrollo organizadas:

- *Product Backlog*: es una lista ordenada de todo lo necesario para el proyecto. De él se extraen los requerimientos para cualquier cambio en el proyecto, el responsable de este artefacto es el dueño del producto.
- *Sprint Backlog*: muestra el estado actual del proyecto en cuanto a tareas realizadas y por realizar. Durante las juntas diarias del *sprint* se definen qué tareas se harán ese día. Normalmente se divide en Por Hacer, Haciendo, Probando, Hecho, de esta manera se muestra el avance y el trabajo a realizar en cada *sprint*.

Además, es posible utilizar la gráfica de quemado, este es una herramienta que puede servir para ver el avance del *sprint*. Se realiza un diagrama por cada *sprint*, comenzando con el total de puntos de las historias a realizar, esto se calcula al sumar los puntos de cada historia a completar durante ese *sprint*.

Diariamente se definen cuantos puntos se han logrado completar. Se espera que al final del *sprint* ya no existan puntos por completar [10].

4. Materiales y métodos

Para las aplicaciones web, se utilizaron los marcos de trabajo de desarrollo Laravel 5.8 y React JS 0.59 para el *back end* y el *front end* respectivamente. Para la aplicación móvil se utilizó el marco de trabajo React Native 0.6, y el mismo *back end* que las plataformas web. En cuanto a las bases de datos se manejó SQL Server y Progress. El hardware utilizado para el desarrollo del proyecto fue: procesador: 2GHz o más, conexión ethernet (Red de Área Local), disco duro mínimo 64 GB o más y memoria (Memoria de Acceso Aleatorio): 8 GB o más.

Para realizar las pruebas en el servidor, el código de las aplicaciones web y móvil fue almacenado en un servidor Linux, el cual manejó la distribución de Red Hat versión 7.

Además, fue necesario utilizar algunas herramientas para resolver la complejidad de la infraestructura en tiempo real, como Pusher Channels, la cual permite crear funcionalidades de tiempo real entre aplicaciones, servidores y dispositivos. Puede ser utilizada para creación y envío de notificaciones, chats, juegos, actualizaciones de páginas web, entre otros, además de que permite actualizar los dispositivos cuando algo ocurre en el sistema y cuenta con librerías para conectarse con diversas tecnologías. Funciona con base en el modelo de publicación/suscripción. En este modelo, un dispositivo interesado en un canal se puede suscribir a él y cuando hay una nueva publicación, se notifica a todos los suscriptores. Para el envío de datos sensibles existen los canales privados y en estos canales solamente se pueden suscribir los dispositivos que cuentan con permiso [11].

Por otra parte, para la generación de gráficas se utilizó Chart JS, haciendo uso del elemento canvas de HTML. Es una librería ligera y libre de dependencias, lo cual hace posible importar solamente los módulos de las gráficas utilizadas, en lugar de importar todo el paquete. Otra ventaja de esta herramienta es que todas las gráficas son responsivas, lo cual hace posible que se ajusten automáticamente al tamaño de la pantalla.

Además, Chart JS es una herramienta de libre acceso, la cual está documentada ampliamente y permite al desarrollador utilizar este componente de una manera más sencilla [12].

Por otra parte, en relación a los aspectos asociados al control de acceso, tradicionalmente se utilizan sesiones para autenticar usuarios y Laravel utiliza este mismo esquema para la autenticación de usuarios. Sin embargo, en el caso de la plataforma móvil, la autenticación es diferente, ya que es necesario el uso de APIs. Las APIs no mantienen sesiones, sino utilizan tokens en cada petición enviada al servidor.

Laravel tiene la opción de utilizar Laravel Passport, el cual es un servicio que simplifica la autenticación de APIs. Está desarrollado sobre OAuth 2.0, el cual es un protocolo estándar de autenticación. Passport permite incluir este protocolo al servidor Laravel de manera sencilla, ya que incluye todas las herramientas y funciones para implementarlo [13].

OAuth 2.0 se enfoca en simplificar al cliente desarrollado, al especificar procesos de autorización para aplicaciones. Este marco de trabajo de autorización permite que diversos dispositivos obtengan acceso limitado a un servicio HTTP. OAuth 2.0 especifica diversas

concesiones (*grants*) a través de los cuales un cliente puede obtener un token.

La concesión de contraseña se utiliza para que un cliente intercambie sus credenciales por un token. Con este token, el usuario tiene permiso de acceder a su información. De esta manera, un dispositivo cliente sin un token no tendría acceso a los datos. Cuando el usuario ingresa su cuenta y contraseña, el dispositivo crea una solicitud POST que se envía al servidor. En el caso de que las credenciales sean correctas, el servidor le asigna un token a ese usuario, el cual es válido durante un tiempo predefinido. Al implementar el acceso a APIs con tokens es posible mantener la seguridad de los datos, ya que solamente es posible acceder a ellos al autenticar el dispositivo cliente [14]. Cabe mencionar que Laravel Passport en conjunto con OAuth ofrece documentación para hacer uso del manejo de códigos de acceso y *tokens* de estas herramientas.

En cuanto a la técnica utilizada de aprendizaje automatizado se utilizó la agrupación cuyo objetivo es clasificar un grupo de datos y de acuerdo a esto agrupar los datos, hay que considerar que los puntos de un mismo grupo deben tener características similares, mientras que los puntos de datos de grupos distintos deben ser diferentes. Para la segmentación correcta de los datos con relación a las emisoras se analizaron los diferentes tipos de agrupación, siendo los principales los de partición, los jerárquicos y los basados en modelos [15]. Así como los algoritmos relacionados a estas categorías, siendo estos: kmean, knn, aglomerativos y divisivos y los métodos basados en modelos matemáticos [16,17,18,19]. Existen diversas investigaciones que han trabajado con algortimos de agrupación, con el mismo principio de la formación de grupos con características similares, como estudios enfocados a germoplasma vegetal [20], exploración de datos meteorológicos [21], detección y diagnóstico en fallas mecánicas de máquinas [22] y obtención de los mejores grupos de eficiencia energética [23], entre otros.

5. Resultados

El desarrollo del proyecto requirió de 16 semanas. En conjunto con el representante de la casa de bolsa participante, el equipo de trabajo conformado por cuatro personas, definió los requerimientos para crear las historias de usuario. La prioridad y los requisitos de cada historia fueron definidos y posteriormente el equipo de desarrollo, asignó puntos a cada historia basado en su dificultad y tiempo requerido para completarla. Con las historias definidas, se creó el *product backlog* para representar los objetivos y su prioridad. Así mismo, se definieron las tareas a realizar para completar cada una de las historias, generando así las tarjetas de tarea. Este proceso de análisis previo al desarrollo de la solución tuvo una duración de cuatro semanas.

Durante las 12 semanas restantes, se llevaron a cabo 3 iteraciones, las cuales tuvieron una duración de cuatro semanas cada una. Y previo a cada sprint, se seleccionaron las historias a desarrollar. Cada iteración se conformó por las etapas de análisis, diseño, construcción y pruebas.

En un análisis inicial a través de entrevistas con cinco asesores financieros y clientes de la casa de bolsa participante, se encontraron diversos problemas en el servicio hacia los clientes entre los cuales se mencionan:

- Los clientes no están dispuestos a dedicar tanto tiempo para poder operar, y siendo las llamadas telefónicas el único canal, optan por dejar de invertir, disminuyendo con esto la operatividad un 49.8% en los últimos 5 años.

- Los asesores financieros atienden a un 20% de sus clientes debido a la falta de herramientas tecnológicas para facilitar su trabajo, lo cual también se ve reflejado en la disminución de operatividad de la empresa.
- Los modelos realizados por el departamento de analítica de la casa de bolsa pierden su valor al no ser utilizados y/o desplegados en ninguna plataforma digital de la empresa.

De manera detallada se establecieron los requerimientos funcionales, tomando en consideración la información de las historias de usuario y la problemática detectada.

Aplicación web-móvil entre clientes y asesores financieros.

- Autenticar usuario.
- Desplegar información de la cuenta.
  - Portafolio.
  - Gráfica de composición de portafolio.
  - Historial de movimientos.
  - Rendimiento del portafolio.
  - Consulta de estados de cuenta.
  - Estatus de instrucciones (Pendiente, asignado y cancelado).
- Desplegar recomendaciones realizadas por el asesor financiero cuya vigencia no haya vencido.
- Permitir aceptar o rechazar las recomendaciones del asesor financiero.
- Enviar notificación al asesor financiero al autorizar o rechazar una recomendación.
- Permitir la compra de acciones en mercado de capitales.
- Permitir la venta de acciones en mercado de capitales.
- Desplegar monitor de acciones en tiempo real.
- Permitir consultar recomendaciones de compra o venta en mercado de capitales.
- Desplegar publicaciones.
- Permitir enviar y recibir mensajes del asesor financiero mediante un chat.
- Desplegar en la sección de notificaciones alertas al recibir una nueva recomendación.
- Enviar push-notifications cuando exista una nueva recomendación o mensaje por parte del asesor financiero.
- Validar código de seguridad para concretar transacción.
- Permitir búsqueda de emisoras.
- Desplegar emisoras similares basadas en la agrupación.
- Permitir cerrar sesión.
- Generar logs en el monitor de acciones y en la compra y venta.

Aplicación Web - Asesor Financiero.

- Autenticar usuario.
- Permitir enviar y recibir mensajes de los clientes.
- Desplegar datos generales del cliente (nombre, apellido, cumpleaños, correo).
- Desplegar reportes:
  - Composición del portafolio por cliente.
  - Alertas para cada cliente.
  - Historial de recomendaciones para cada cliente.
  - Número de recomendaciones enviadas al mes.
  - Número de clientes atendidos al mes.
- Permitir consultar recomendaciones de compra o venta en mercado de capitales de la casa de bolsa.
- Permitir enviar recomendaciones financieras a los clientes seleccionados.

- Desplegar segmentación de clientes basada en la agrupación.
- Permitir cerrar sesión.

Agrupación.

- Permitir la segmentación de los datos.
- Realizar pruebas estadísticas para evaluar la agrupación realizada.

Siendo los requerimientos no funcionales la seguridad y una interfaz amigable.

Los resultados a presentar de cada una de las iteraciones muestran los entregables generados que ayudaron a ir cumpliendo con los diferentes requerimientos para la plataforma web como móvil.

Iteración 1

Se diseñó la arquitectura del sistema web correspondiente a la plataforma de los clientes, así como el modelo de datos y las tablas a crear en la base de datos. Asimismo, se diseñaron las pantallas de la plataforma web para el cliente y se realizaron pruebas de usabilidad para determinar que el diseño fuera adecuado.

Relacionado a la arquitectura (ver Figura 1), se definió que el backend de la plataforma se almacenaría en un servidor Linux, desde el cual fue posible realizar las peticiones a las bases de datos SQL (Structured Query Language) y Progress. Por otra parte, las peticiones a Progress se realizaron mediante el uso de APIs (Application Program Interface) que habían sido desarrolladas por la casa de bolsa. Las bases de datos de Progress a las cuales se hicieron peticiones son la base de datos Portal, en la cual se encuentra la información de los clientes, Capitales, donde se almacena información de las emisoras, así como de la operatividad de éstas, y EdoCta, donde se almacenan los estados de cuenta y movimientos de los clientes. Desde la base de datos Portal se hizo la conexión con el servicio LightStreamer, donde se obtiene la información para el monitor de emisoras en tiempo real. Esta es la base de datos que se conecta con la bolsa de valores, ya sea BIVA (Bolsa Institucional de Valores) o BMV (Bolsa Mexicana de Valores).

La operación requiere un VPN hacia un gateway de Amazon Web Services, estando protegido mediante el servicio AWS SHIELD, el cual hace uso de la negación de servicio (DoS) para la seguridad de los datos sensibles. Para el *front end* de las aplicaciones web y del móvil, se require una conexión de APIs REST al *back end.*

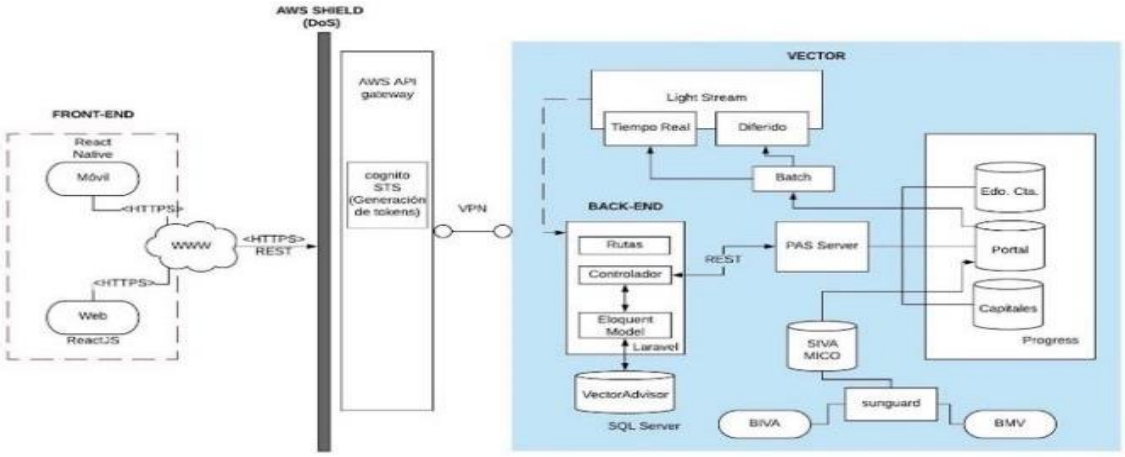


Figura 1. Arquitectura general.

En cuanto a construcción, se terminaron y se probaron todas las funcionalidades contempladas para este *sprint*, realizando una serie de pruebas para garantizar el cumplimiento de los requerimientos y la usabilidad de la aplicación.

Iteración 2

En esta fase, se llevó a cabo el diseño de la arquitectura para la plataforma móvil de los clientes, el diseño de pantallas con las respectivas pruebas de usabilidad, el desarrollo de las funcionalidades, y las pruebas para asegurar el cumplimiento y funcionamiento de los requerimientos. A continuación, se enlistan las actividades realizadas en la iteración:

1. Diseño de arquitectura móvil (Ver Figura 2).
2. Diseño de pantallas.
    - Inicio (Ver Figura 3).
    - Cartera (Ver Figura 4).
    - Chat (Ver Figura 5).
    - Recomendaciones de la evaluación (Ver Figura 6).
3. Pruebas de usabilidad.
4. Desarrollo de funcionalidades.
5. Pruebas unitarias y de sistema.

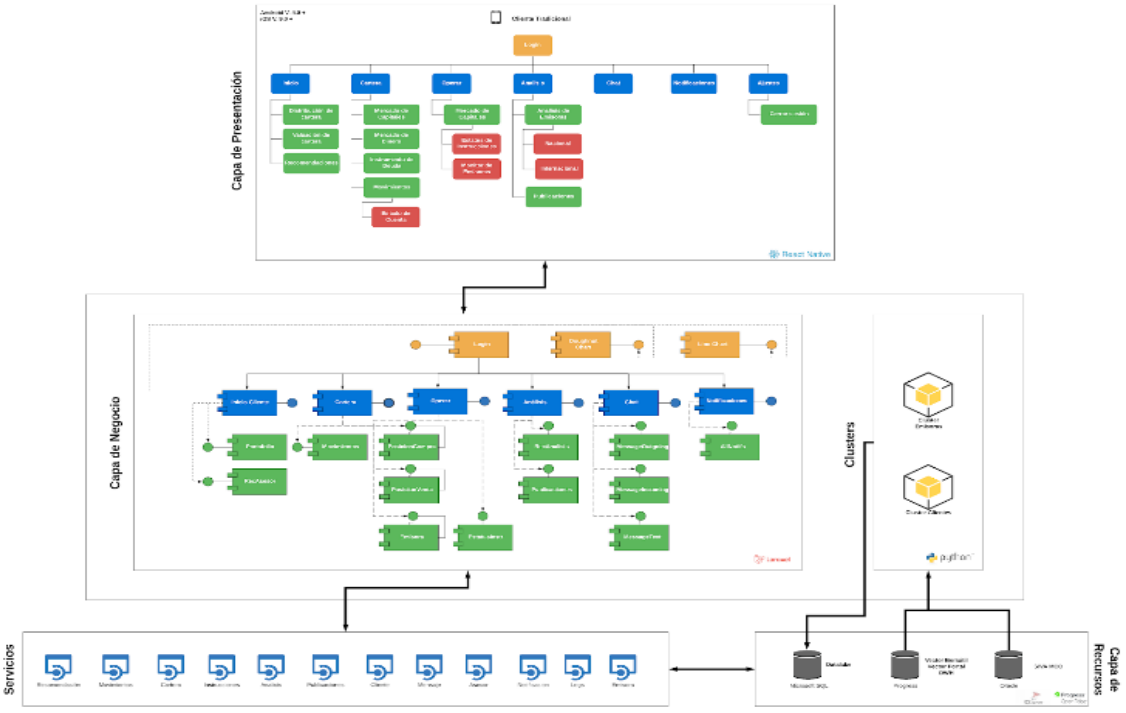


Figura 2. Arquitectura de la aplicación móvil.



Figura 3. Pantalla de inicio.



Figura 4. Pantalla de cartera.

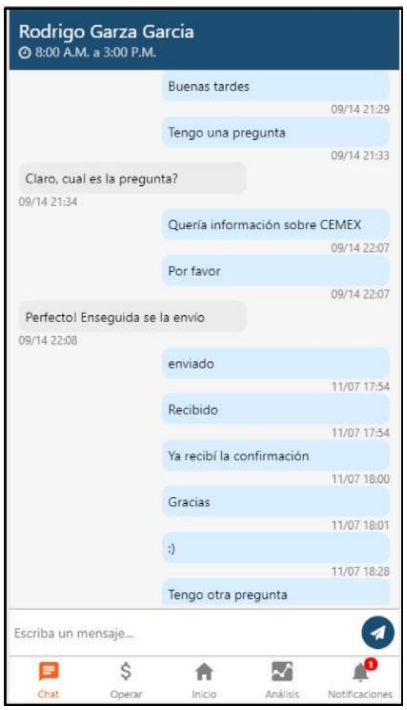


Figura 5. Pantalla de chat.



Figura 6. Pantalla de recomendaciones.

Iteración 3

En esta iteración se llevaron a cabo las funcionalidades relacionadas a la plataforma web para el asesor financiero, incluyendo

también la funcionalidad de la agrupación de emisoras y de los clientes. Se realizó también un estudio comparativo de los diferentes algoritmos a utilizar para la agrupación y así definir el algoritmo definitivo que mejor se ajustara a los datos.

Primeramente, para agrupar las emisoras, fue necesario definir las variables a utilizar en la agrupación. Se realizó un análisis donde se concluyó que los datos a utilizar serían los relacionados al comportamiento de las emisoras, es decir, los precios históricos.

Una vez teniendo la información a utilizar, se calcularon nuevas variables, las cuales se listan a continuación:
**Las ecuaciones asociadas se presentan en la sección "Referencias a Ecuaciones".*

- *mean_abs_change:* promedio de la diferencia absoluta entre cada precio (1)
- *number_peaks:* número de picos positivos en la gráfica del precio
- *number_neg_peaks:* número de picos negativos
- *total_peaks:* total de picos positivos y negativos
- *prop_peaks:* proporciona de número de picos (2)
- *cid_e:* registro de que tan lineal es el comportamiento (3)
- *count_above_mean:* número de veces sobre la media (4)
- *prop_above_mean*: proporción de número de veces sobre la media (5)
- cv: coeficiente de variación (6)
- *lineal_error:* ajusta una línea y registra qué tan lineal es en comparación a ella
- *kurtosis*: grado de concentración de los valores alrededor de la zona central de la distribución de x (7)
- *skew:* grado de simetría de la distribución de x (8).

Posteriormente se procedió a realizar el proceso para elegir el algoritmo adecuado considerando los precios históricos de 954 emisoras a lo largo del último año. Considerando el alto volumen de información se utilizó el algoritmo *affinity propagation* del método aglomerativo para calcular de manera automática el número de grupos a generar [24], llevando a cabo tres pruebas para encontrar la mejor manera de agrupar las emisoras.

Para la primera prueba, se calculó la covarianza de los precios históricos, es decir, el promedio aritmético de cada una de las medias de las desviaciones de las variables respecto a sus medias. Se calcularon 99 grupos de manera automática por el algoritmo. Tras obtener estos resultados, se hicieron filtros en la tabla para visualizar los grupos de emisoras y verificar la relación entre las emisoras de un mismo grupo. En la Figura 7 se muestra el grupo al que pertenece la emisora AAPL, donde se observan emisoras de sectores similares.

	emisora	cluster
3	AAPL_*	6
37	AMZN_*	6
54	BABA_N	6
138	DDM_*	6
198	FB_*	6
250	GOOGL_*	6
382	MSFT_*	6
393	NFLX_*	6

Figura 7. Ejemplo de la agrupación 6 prueba 1.

Como segunda prueba, se procedió a agregar nuevas variables de entrada al algoritmo: *skew, kurtosis, linear_error, cv, log_r, cid_e, count_above_mean, p_max_pos* y *p_max_neg*, las cuales aportan información adicional al comportamiento de las emisoras

en una serie de tiempo. En esta prueba, el algoritmo dio como resultado 42 grupos de emisoras.

De igual manera, se hicieron filtros para visualizar grupo por grupo y observar la similitud entre los grupos. En la Figura 8 se presenta el grupo al que pertenece la emisora AAPL en la segunda prueba de la agrupación de emisoras.

emisora_serie	
AAPL_*	3
AAUKY_N	3
AAXJ_*	3
ACWI_*	3
ADBE_*	3
AMD_*	3
AMX_L	3
AMZ909L_DC043	3

Figura 8. Ejemplo de la agrupación 3 prueba 2.

En la última prueba se consideraron otras variables: *total_peaks, mean_abs_change, kurtosis, cid_e, prop_above_mean* y *cv.* En la Figura 9 se muestra el grupo al que pertenece la emisora AAPL en la prueba 3.

emisora_serie	cluster
AAPL_*	21
AMGN_*	21
BABA_N	21
BRKB_*	21
CAT_*	21
CRM_*	21
CSPX_N	21
DIA_*	21

Figura 9. Ejemplo de la agrupación 3 prueba 3.

Con base en las tres pruebas realizadas, se realizó una comparación de los resultados para seleccionar el más adecuado. Se realizó la comparación de los grupos para elegir con cuál de las pruebas fueron formados de mejor manera, tomando en cuenta el número de grupos creados, así como el número de emisoras en cada uno de estos.

Tras realizar estas pruebas, se seleccionó el número uno, se analizaron los resultados de los grupos y la similitud de las emisoras de un mismo grupo y los resultados fueron validados junto con los asesores financieros.

Continuando con la agrupación de los clientes, se procedió a analizar los datos relacionados a sus datos operativos, incluyendo movimientos, distribución diaria de su portafolio, entre otros. Después se trabajó en crear variables que pudieran representar su manera de operar, las cuales se determinaron en conjunto con el cliente. Estas fueron calculadas a partir del año en curso, y se tomaron en cuenta:

- Cantidad de operaciones realizadas por cliente
- Cantidad de días que se registró una operación
- Suma de los montos de todas las operaciones
- Promedio de montos de todas las operaciones
- Promedio de días hábiles entre operación
- Valor total del portafolio por día
- Promedio de la operatividad del cliente
- Duración promedio de emisora en el portafolio

La casa de bolsa consideró importante utilizar cuatro grupos diferentes de clientes. Estos grupos deberían representar la cantidad y la periodicidad con la que opera. Se definió *k-means* como el algoritmo a utilizar, ya que este algoritmo permite crear un número predefinido de grupos [25]. Se realizaron tres pruebas diferentes para encontrar la mejor manera y los mejores datos para agrupar a los

clientes. Para todas las pruebas se utilizó la técnica de PCA (*Principal Component Analysis*), la cual reduce la dimensionalidad de un conjunto de datos al crear componentes que describen a los datos [16].

Para la primera prueba se utilizaron cuatro componentes en la técnica de PCA. Con estos datos se procedió a realizar la agrupación, tomando en cuenta que el número de grupos deseado era cuatro. Los resultados mostraron algunas diferencias entre los grupos, sin embargo, se crearon dos grupos con mucho menor cantidad de clientes comparados a los otros dos. La Tabla 2, muestra los resultados de esta primera prueba, siendo la media de los datos de cada uno de los grupos.

Tabla 2. Agrupación de clientes prueba 1.

	Cluster 1	**Cluster 2**	**Cluster 3**	**Cluster 4**
cantidad	753	515	6	4
numero_operaciones	20.16	235.14	655.50	18,795.25
numero_dias_operados	9.43	59.68	44.00	213.75
monto_promedio_operado	$324,938.39	$193,312.49	$7,211,428.09	$123,232.63
promedio_dif_intercompra	27.58	5.28	4.75	1.02
operatividad	0.24	0.79	78.31	7.18
duracion_emisora	43.96	20.24	18.51	23.37

Al analizar a detalle los resultados de la primera prueba y la razón por la cual falló, se encontró que existían valores atípicos entre los datos. Para evitar esto en la segunda prueba, se utilizó la distancia intercuartil (iqr). Esta distancia se obtiene al restar el valor del cuartil 75 menos el valor del cuartil 25. Se utilizó la medida iqr para eliminar todos los datos que no cumplen con la condición: $a-1.5q<x<b+1.5q$ [26] donde:

x = dato
a = valor del cuartil 25
b = valor del cuartil 75
q = distancia intercuartil

Para esta prueba, se crearon cinco componentes en el PCA. Los resultados de esta agrupación se pueden observar en la Tabla 3. En esta prueba, el tamaño de los grupos varía de manera aceptable, por lo que se concluye que eliminar los valores atípicos fue una correcta decisión. Además, es posible ver diferencias entre las medias de los grupos, por ejemplo, el grupo 3 opera frecuentemente con poco dinero mientras el grupo 1 tiene una baja operatividad, pero el monto promedio operado es muy alto.

Tabla 3. Agrupación de clientes prueba 2.

	Cluster 1	**Cluster 2**	**Cluster 3**	**Cluster 4**
cantidad	330	546	100	167
numero_operacion_compra	2.67	2.56	37.75	19.35
monto_promedio_operado	$232,374.90	$69,584.01	$53,829.45	$144,291.08
operatividad	0.339	0.084	0.093	0.157
numero_operaciones	6.009	5.993	82.130	38.425
numero_operaciones_venta	3.342	3.434	44.380	19.078
numero_dias_operados	4.033	4.132	41.270	23.970
duracion_emisora	38.624	45.423	31.717	26.923

Finalmente, para la tercera prueba, se decidió utilizar nuevamente la distancia intercuartil para filtrar los grupos, y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Agrupación de clientes prueba 3.

	Cluster 1	**Cluster 2**	**Cluster 3**	**Cluster 4**
cantidad	559	191	203	190
monto_promedio_operado	$61,350.69	$94,674.63	$112,763.68	$362,564.35
operatividad	0.09	0.13	0.45	0.15
numero_operaciones	7.64	65.19	7.86	8.26
numero_dias_operados	5.19	35.18	5.43	5.24
duracion_emisora	44.73	27.32	34.16	42.41

Tras hacer las tres pruebas, se concluyó que el primer algoritmo diseñado no otorga los resultados esperados. A causa de que las pruebas dos y tres mostraron resultados similares a simple vista, se decidió hacer pruebas estadísticas. Primeramente, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis sobre cada atributo para probar que existen diferencias de distribución entre al menos un par de grupos. Al pasar la prueba, se prosiguió con la prueba U de Mann-Whitney para verificar la existencia de diferencia significativa en cada uno de los atributos de los grupos, esta prueba se realizó por pares, es decir, comparando dos grupos a la vez. Para asegurar un nivel de significancia en los resultados, se utilizó un nivel de significancia ajustado con la corrección de Bonferroni, tomando como referencia $\alpha = 0.05$ [27].

Con base en los resultados, se decidió utilizar el algoritmo de la prueba dos ya que se encontró diferencia significativa entre los grupos. Esto muestra que los grupos difieren

en su distribución y por tanto la agrupación propuesta, ofrece una segmentación adecuada de los clientes.

Para terminar el desarrollo se procedió a la parte web para el asesor financiero, diseñando las pantallas, además de validarlas y procediendo a su construcción y pruebas. En lo que se refiere a su construcción, fue posible la reutilización de algunos de los componentes ya desarrollados durante la primera iteración, por ejemplo, los que incluyen reportes del portafolio del cliente y el chat.

6. Discusión de resultados

La plataforma presentada busca utilizar herramientas tecnológicas de hardware y software para facilitar la interacción entre un cliente y su casa de bolsa. Al contar con esta plataforma, la casa de bolsa mexicana ha comenzado a aprovechar lo que la tecnología ofrece, acercándose más a lo que otras empresas extranjeras han logrado.

Para replicar esta solución en otras casas de bolsa, es necesario contar con la infraestructura y tecnología mencionados en este proyecto. Además, la plataforma está limitada para un perfil de usuario determinado, dirigido a la operatividad de una casa de bolsa. Sin embargo, la arquitectura y concepto pueden ser utilizados como base para aplicaciones de otros giros, realizando los cambios correspondientes en el diseño de la solución.

De igual manera, la idea de proveer atención personalizada a cada cliente con ayuda de modelos matemáticos no solamente puede ser utilizado en el área de mercado de valores, sino puede ser utilizado en diversas áreas de la industria financiera y en otros contextos.

Como trabajos futuros, se propone agregar la funcionalidad de compra y venta en todos los mercados para la plataforma del cliente. Finalmente, para la parte de la agrupación, se sugiere añadir una medida de similitud entre las emisoras. Al seleccionar una emisora, se podrían desplegar las emisoras que tengan más similitudes dentro de cada *cluster*.

7. Conclusiones

Este trabajo representa el desarrollo de una tecnología basada en una aplicación web y móvil para los clientes de alto valor patrimonial y sus asesores financieros para casas de bolsa, creando así un canal de comunicación eficiente entre ellos. De esta manera cada uno de ellos contará con las herramientas necesarias para enviarles recomendaciones a sus clientes, gestionar sus cuentas y mantener comunicación constante. La operatividad y la atención al cliente mejorará.

Las tecnologías y herramientas elegidas favorecieron el desarrollo de las funcionalidades, garantizando la seguridad de los datos, mediante los mecanismos adecuados. Los algoritmos de agrupación, dan valor agregado al proyecto al mejorar la experiencia del usuario, facilitando el proceso de compra/venta y el envío de recomendaciones, según sea el caso. Es importante mencionar que el resultado de los procesos de agrupación, depende directamente del algoritmo y método seleccionado, por lo cual fue necesario un análisis exhaustivo de los datos para lograr seleccionar el adecuado.

La metodología utilizada fue clave para el desarrollo de este proyecto, ya que ayudó a la priorización adecuada de las tareas y cumplimiento de los tiempos, así como de los requerimientos, garantizando la calidad de los entregables. Con esta metodología se

obtuvieron avances concretos al finalizar cada iteración, estos siendo aprobados por la empresa cliente.

8. Agradecimientos

Un agradecimiento a la casa de bolsa regiomontana participante para el desarrollo de esta plataforma tecnológica y a todos los asesores financieros que contribuyeron tanto en las entrevistas realizadas como en las pruebas para la validación de los resultados.

9. Referencias a ecuaciones

Siendo el valor de x el conjunto de precios históricos de cada emisora:

mean_abs_change=mean(abs(diff(x)) **(Ec. 1)**

prop_peaks=total_peaks/x.size **(Ec. 2)**

cid_e=$\sqrt{\sum_{i=0}^{n-2lag} (x_i - x_{i+1})^2}$ **(Ec. 3)**

count_above_mean=sum(x>mean(x)) **(Ec. 4)**

prop_above_mean=count_above_mean/x.size **(Ec. 5)**

cv=std(x)/mean(x) **(Ec. 6)**

kurtosis[x]=E$\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^4$ **(Ec. 7)**

skew=E$\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^3 = \frac{\mu_3}{\sigma^3}$ **(Ec. 8)**

10. Referencias

[1] Servín, A. (2019, febrero 15). GBMHomebroker apuesta por el crecimiento en el valor de mercado. *El Economista*. Recuperado de https://www.eleconomista.com.mx/sectorfinanciero/GBMHomebroker-apuesta-por-el-crecimiento-en-el-mercado-de-valor-20190215-0036.html.

[2] CB Insights. (2018, agosto). How JPMorgan Is Preparing For The Next Generation Of Consumer Banking. CB Insights Research Briefs. Recuperado de https://www.cbinsights.com/research/jpmorgan-chase-consumer-banking/.

[3] Gittelsohn, J. (2018). Charles Schwab Has a $3.6 Trillion Edge on the Fintechs. Bloomberg. Recuperado de https://www.bloomberg.com/news/features/2018-10-02/charles-schwab-on-his-3-6-trillion-edge-on-the-fintechs.

[4] Charles Schwab. (2019). Productos de inversión. Recuperado de https://schwabtoday.com/Spanish/productos_y_cuentas.html.

[5] Aznar, R. (2019). Finline. Recuperado de https://www.finline.es/.

[6] El Economista Valencia. (2018, marzo 1). Finline, primera plataforma online española de inversión independiente para particulares. *elEconomista.es*. Recuperado de https://www.eleconomista.es/valenciana/noticias/8975178/03/18/Finline-primera-plataforma-online-espanola-de-inversion-independiente-para-particulares.html.

[7] VALMEX. (2019). Valores Mexicanos Casa de Bolsa. Recuperado de https://www.valmex.com.mx/.

[8] Grupo Financiero VALUE. (2019). VALUE Casa de Bolsa. Recuperado

de https://www.value.com.mx/casa-de-bolsa/inicio.

[9] James, M. (2015). Scrum Methodology. Recuperado de: http://scrummethodology.com.

[10] Schwaber, K. y Sutherland, J. (2017). The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. The Scrum Guide [archivo PDF]. Recuperado de https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100.

[11] Pusher. (2019). Channels Overview. Recuperado el 28 de agosto de 2019 de: https://pusher.com/docs/channels.

[12] Chart JS (2019). Chart JS. Recuperado de: https://www.chartjs.org/.

[13] Laravel. (2019). Laravel Passport. Recuperado de: https://laravel.com/docs/5.8/passport.

[14] OAuth 2.0. (2019). Oauth 2.0. Recuperado de: https://oauth.net/2/.

[15] Garre, M., Cuadrado, J. J., Sicilia, M. A., Rodríguez, D., y Rejas, R. "Comparación de diferentes algoritmos de clustering en la estimación de coste en el desarrollo de software". *REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 3(1), 2007, 6-22.

[16] Grün, B. (2018). Model-based clustering [archivo PDF]. Recuperado de https://arxiv.org/pdf/1807.01987.pdf.

[17] Larrañaga, P., Inza, I., y Moujahid, A. (2012a). Tema 14. Clustering [archivo PDF]. Recuperado de http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t14clustering.pdf.

[18] Larrañaga, P., Inza, I., y Moujahid, A. (2012b). Tema 5. Clasificadores K-NN [archivo PDF]. Recuperado de http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t9knn.pdf.

[19] Huang, Z. (1997). Clustering large data sets with mixed numeric and categorical values. *Computer Science*. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/d42b/b5ad2d03be6d8fefa63d25d02c0711d19728.pdf.

[20] Núñez-Colín, C. y Escobedo-López, D. (2011). "Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal". *Agronomía Mesoamericana, 22(2), 415-427.* https://doi.org/10.15517/am.v22i2.8746.

[21] Castro, L., Carvajal, Y. y Ávila, Á. (2012). "Análisis clúster como técnica de análisis exploratorio de registros múltiples en datos meteorológicos". *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, (11), 11-20.*

[22] Zexian, W., Yanxue W., Shuilong, H. y Jiading B. (2017). "A novel intelligent method for bearing fault diagnosis based on affinity propagation clustering and adaptive feature selection". *Knowledge-Based Systems, (116), 1-12.* https://doi.org/10.1016/j.knosys.2016.10.022.

[23] Zhiqiang, G., Rongfu, Z., Yongming, H., Yanhua, Z. y Hua, F. (2019). "Energy efficiency evaluation and energy saving based on DEA integrated affinity propagation clustering: Case study of complex petrochemical industries". *Energy, (179), 863-875.* https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.05.042.

[24] Boehmke, B. (n.d.). Hierarchical Cluster Analysis. [MOOC]. University of City. Recuperado de https://uc-r.github.io/hc_clustering#algorithms.

[25] Romero, F. (2013). Búsqueda de Patrones: técnicas de clustering. [MOOC]. Universidad de Sevilla. Recuperado de https://www.cs.us.es/~fran/curso_unia/clustering.html.

[26] Sharma, N. (2018, mayo). Ways to Detect and Remove the Outliers. Towards Data Science. Recuperado de https://towardsdatascience.com/ways-to-detect-and-remove-the-outliers-404d16608dba.

[27] McKight, P. E., y Najab, J. (2010). "Kruskal wallis test. The corsini encyclopedia of psychology". DOI: https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0491.