

Bringing University to homes in times of COVID-19 through technologies: Use case of the University of Cuenca

Víctor Saquicela,
Pablo Vanegas
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Cuenca
Email: victor.saquicela@ucuenca.edu.ec,
pablo.vanegas@ucuenca.edu.ec

Ronald Gualán,
Richard Verdesoto
DTIC
Universidad de Cuenca
Email: ronald.gualan@ucuenca.edu.ec,
richard.verdesoto@ucuenca.edu.ec

Abstract—This paper describes the experience of the University of Cuenca during the global pandemic COVID 2019, which imposed a compulsory transition from a face-to-face modality to a virtual modality, through university management with the use of different technological platforms.

Index Terms—Virtual education, telework, technology, adaptation, adoption, COVID-19.

I. INTRODUCCIÓN

A Marzo del año 2020, la Universidad de Cuenca, cuenta con 15604 alumnos matriculados, 1154 docentes, 465 empleados y 146 trabajadores. La oferta académica es de 54 carreras de grado en modalidad presencial agrupadas en 12 facultades. En el contexto de la Pandemia a nivel mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS), declaró oficialmente el coronavirus SARS-CoV-2, responsable de la enfermedad Covid-19, como una pandemia [1]. Posteriormente, el gobierno ecuatoriano declaró la emergencia nacional el 12 de Marzo de 2020¹. Esta emergencia sanitaria planteó varios retos y preguntas al sistema de educación superior del Ecuador, tales como las siguientes: 1) ¿están las universidades preparadas desde el punto de vista digital para afrontar la pandemia y continuar prestando los servicios académicos y administrativos a la comunidad universitaria?; 2) ¿los alumnos están preparados desde el punto de vista tecnológico para la Pandemia?; 3) ¿cómo establecer y verificar la relación alumno profesor en cuanto a las clases virtuales?, entre otras. En este trabajo, se describe las acciones tomadas por la Universidad de Cuenca en respuesta a las inquietudes planteadas, acciones tanto desde el punto de vista de gestión como tecnológico.

La respuesta a la primera pregunta depende principalmente de la infraestructura que las universidades poseen y de la rápida actuación de los departamentos de tecnología, que en la mayoría de los casos, procedieron a asignar más recursos a sus plataformas virtuales. Esto con el objetivo de brindar una respuesta rápida al inesperado proceso de transición desde

la docencia presencial a la virtual. Las primeras acciones se enfocaron en activar plataformas de videoconferencia para mantener las actividades y continuar con el desarrollo de los contenidos. De igual manera, se realizaron las acciones técnicas necesarias para que todos los sistemas de información se encuentren a disposición del personal administrativo, y puedan así, acceder desde sus domicilios a las herramientas tecnológicas que permiten seguir ejecutando sus actividades laborales. Esto permitió mantener habilitados los diferentes servicios que dan soporte a los procesos institucionales.

Con respecto a la segunda pregunta, la respuesta depende de si el alumno posee las herramientas necesarias en cuanto a tecnología, así como una óptima conectividad a internet o no. En el caso de las instituciones públicas, probablemente ha sido el mayor inconveniente que se produjo a mediados del mes de marzo, puesto que se evidenció la falta de infraestructura a nivel nacional, debido al limitado ancho de banda que poseen los alumnos en sus residencias, y entre otros factores, al alto costo de los planes de internet ofrecidos por los proveedores nacionales y que aún dista muchos de países de primer mundo. Además, la realidad ecuatoriana en cuanto al número de personas que habitan en una vivienda y teniendo en cuenta que muchos de los integrantes emplean el servicio de internet para distintas actividades, ocasionan en la mayoría de los casos, que la conectividad sea compartida entre varios dispositivos, lo que genera una disminución en la calidad del servicio. Asimismo, existe el caso puntual en estudiantes del sector público, que no poseen un computador personal, lo que indujo a las autoridades universitarias a ejecutar un plan que les permitió ceder en calidad de préstamo temporal equipos de computación, para que los estudiantes pudiesen continuar con el desarrollo de sus actividades de aprendizaje. Adicionalmente, en aras de solventar el inconveniente de la conectividad a internet, las autoridades gestionaron con algunas operadoras de telefonía móvil, la asignación de planes a precios accesibles y en algunos casos donaciones a los alumnos de bajos recursos económicos. Finalmente, la respuesta a la tercera pregunta planteada, el análisis de

¹www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/SRO160_2020_03_12.pdf

los datos capturados de diferentes plataformas de software permitieron un conocimiento detallado de como la relación docente - alumno fue incrementando.

En este contexto, se evidencia que las universidades ecuatorianas forzosamente han sido obligadas de manera repentina a dar un salto hacia una transformación digital, esto ha ocasionado que no se apliquen procesos metodológicos para obtener niveles altos de madurez en el proceso de cambio. Entre los grandes retos que se presentan, se encuentra el proceso de transición por parte de los usuarios de la comunidad universitaria hacia el aprendizaje de una cultura digital, basada en los servicios de TICs que se han puesto a disposición.

II. EL PROBLEMA

Producto de la declaración nacional de emergencia sanitaria COVID19, se evidenció un fuerte impacto en la modalidad de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles de Educación Superior, lo que puso en evidencia ciertas debilidades en materia de cultura tecnológica por parte de un gran número de usuarios de la comunidad universitaria. Como parte de las medidas dispuestas por el ejecutivo nacional, y adoptadas por la Universidad de Cuenca, se determinó la suspensión indefinida de todas las actividades de docencia en modo presencial, lo que significó una enorme dificultad tanto para docentes como estudiantes, adaptarse de manera inmediata y sin previa capacitación a una transición en la metodología de estudio.

Durante los primeros días de la etapa de aislamiento social, se evidenció una brecha en la adaptación a la modalidad de enseñanza virtual, teniendo como base fundamental algunos de los siguientes factores que condujeron a experimentar un cambio brusco durante esta etapa de transición: escaso conocimiento de los usuarios en el uso y manejo de las diferentes plataformas virtuales dispuestas para la docencia, resistencia al uso de la plataforma eVirtual por parte de docentes y estudiantes, aplicaciones y sistemas de información a los cuales no se podía acceder desde las afueras de los campus universitarios, falta de capacitación en el uso de plataformas de videoconferencia, fallas en los niveles de seguridad en la red de datos universitaria, limitaciones en materia de conectividad a internet, así como falta de equipos de computación por parte de un alto número de estudiantes. Asimismo, durante los primeros días de esta fase, el personal administrativo, acusó dificultades para adecuarse a la modalidad de teletrabajo, producto de inconvenientes con el uso de los equipos de computación desde sus hogares, a través de conexiones remotas.

Además, en cuanto a la obtención de información con respecto a la relación docente-alumno con referencia a las clases a través de las plataformas virtuales fue totalmente nula, concluyendo que, la emergencia sanitaria dejó en evidencia la importancia de las herramientas tecnológicas, muchas de ellas previamente puestas a disposición de los docentes, investigadores y alumnos, pero muy poco aprovechadas por la mayoría de ellos.

III. SOLUCIÓN: PLATAFORMAS VIRTUALES AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA

La actual gestión institucional, consciente de la importancia del uso de las tecnologías para fortalecer el conocimiento en las distintas áreas de influencia de la institución, ha realizado en los últimos años, múltiples esfuerzos para actualizar la infraestructura tecnológica de la Universidad de Cuenca, a través de inversiones de alta envergadura, lo que ha permitido contar con los recursos necesarios para enfrentar el reto que significa adaptarse a nuevas modalidades de enseñanza, aprendizaje y trabajo a distancia.

A partir de la suspensión de actividades en modalidad presencial, producto del decreto de emergencia sanitaria a nivel nacional y cumpliendo las disposiciones institucionales, la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación (DTIC), ha venido articulando esfuerzos en todas sus unidades operativas, con el objetivo de colocar a disposición de la comunidad universitaria, una óptima infraestructura tecnológica, que permita continuar con el desarrollo de actividades y procesos institucionales, tanto académicos como administrativos; todo esto, a través del uso de las distintas herramientas informáticas dispuestas para tal fin.

En este contexto, las plataformas virtuales han ganado un espacio muy significativo en las Instituciones de Educación Superior a nivel mundial, y se han constituido como un valor agregado durante el período de contingencia, emergiendo como herramientas de transferencia de conocimiento, que facilitan la adquisición, asimilación y construcción del mismo [2]–[4]. La Universidad de Cuenca no ha sido la excepción y se ha mantenido a la vanguardia en esta modalidad durante la emergencia sanitaria. Es por esto que, para dinamizar la formación a distancia, las plataformas virtuales se han convertido en las herramientas ideales para la consecución de los logros de aprendizaje de las Instituciones de Educación Superior. En este contexto y con la problemática descrita anteriormente, la Universidad de Cuenca paulatinamente activó distintas plataformas las cuales se describen a continuación con su respectivo análisis de utilización.

A. Plataforma evirtual

La Universidad de Cuenca utiliza la plataforma Moodle² como herramienta virtual de aprendizaje en línea, que permite a los docentes la creación de sus propios sitios web privados, dispuestos de cursos dinámicos que amplían los métodos de aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar.

Debido a la emergencia sanitaria, fue necesario ampliar los recursos computacionales de los servidores que despliegan la plataforma Moodle en cuanto a memoria RAM, procesadores y capacidad de almacenamiento, permitiendo alta disponibilidad del servicio en cuanto a concurrencia y capacidad de alojar los cursos con sus respectivos materiales.

En la Figura 1 se muestra la evolución del uso de la plataforma de educación en línea por parte de los docentes y

²<https://moodle.org/>

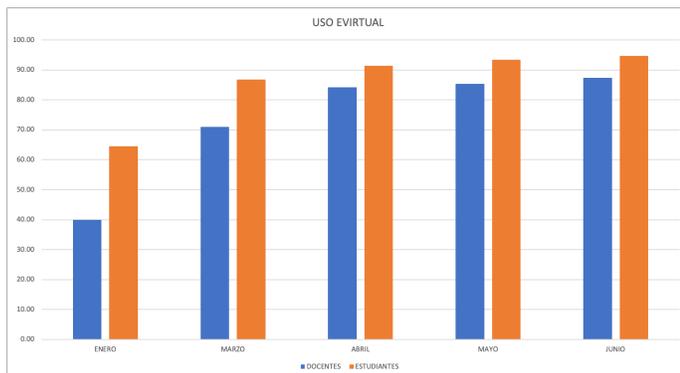


Fig. 1. Evolución en el uso de la plataforma de educación en línea

alumnos a partir de la declaratoria de emergencia. Se evidencia que antes de la declaratoria de emergencia la utilización de dicha plataforma era mínima bajo la modalidad presencial.

B. El teletrabajo como alternativa de gestión

Desde el inicio de la paralización de actividades presenciales en la universidad, las diferentes dependencias administrativas se han acogido a las disposiciones institucionales, articulando esfuerzos entre la Dirección de Talento Humano y Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación, a fin de continuar con los distintos procesos administrativos y operativos, en los que a través del trabajo a distancia, se pueden seguir desarrollando.

Es importante destacar que el uso de la tecnología para aplicar la modalidad de teletrabajo, ha sido fundamental para evitar el retraso en ciertos procesos sensibles de la institución. En este sentido, se ha colocado a disposición de las dependencias, **conexiones remotas** (VPN) para que el personal pueda continuar ejecutando las tareas encomendadas desde sus hogares. Asimismo, se ha evidenciado el incremento en el uso de las **plataformas de videoconferencia** para la realización de reuniones virtuales entre directores, colegas y personal de las diferentes direcciones, unidades y departamentos. La **publicación al internet** de los Sistemas de Información institucionales se convirtió en un aporte fundamental para facilitar el teletrabajo de cada asistente, analista, especialista en la Universidad, de acuerdo a los roles y funciones asignadas en cada dependencia.

El Sistema de Gestión Académica, con el cual todas las Facultades gestionan las actividades académicas diarias fue abierto para la red externa de manera inmediata la primera semana de teletrabajo, lo que permitió que cada facultad culmine con éxito los procesos de matriculación, adiciones y retiro de asignaturas de los estudiantes. Las ofertas de asignaturas y distributivos de los docentes pudieron ser ajustados conforme las necesidades de cada dependencia, siendo así, que el proceso de gestión del distributivo se ha desarrollado sin mayor dificultad.

Priorizando el bienestar de los estudiantes, diariamente se matricularon a todos los estudiantes en las respectivas

asignaturas a pesar de tener algún costo pendiente de cancelar por concepto de su matrícula; de tal manera que puedan acceder sin complicaciones a las herramientas informáticas y se encuentren en los listados de cada docente. También se habilitaron procesos automáticos para gestionar los pagos de los estudiantes mediante diferentes métodos con el fin de evitar la asistencia de los alumnos al campus universitario. Además, se permitió que en la plataforma eVirtual, los docentes puedan adicionar a los alumnos de manera manual, permitiendo de esta manera que absolutamente todos los alumnos puedan acceder a la plataforma.

El Sistema de Gestión Financiera **Open ERP**³, se habilitó para la red externa, permitiendo realizar la carga inicial de productos, bienes y servicios que facilitan a las dependencias realizar sus procesos de adquisición, pagos y demás servicios sin inconvenientes.

A pesar de que el **Sistema de Gestión de Personal** (SGP) está implementado sobre plataformas muy antiguas, se habilitó el acceso al personal de Talento Humano a través de redes VPN para que puedan realizar los procesos necesarios para la generación de la nómina mensual institucional.

Los sistemas bibliotecarios **Koha**⁴, **Dspace**⁵ se encuentran habilitados para la red externa, facilitando a los funcionarios del Centro Documental trabajar y transaccionar sobre los mismos sin mayor inconveniente. De igual manera, los accesos a los **servicios de bases digitales** fueron coordinados con los proveedores para facilitar el ingreso de la Comunidad Universitaria a través del internet.

El sistema documental **Alfresco** también fue abierto para la red externa para permitir que los documentos de proyectos, convenios, actas, resoluciones, normativa legal, entre otros, puedan ser gestionados y consultados por los usuarios desde sus hogares.

C. La importancia de la infraestructura tecnológica durante la emergencia sanitaria

Las distintas plataformas como **VMWare**, **OpenStack** y la infraestructura hiper-convergente **Fusion Cube** que posee actualmente la Universidad de Cuenca, soportan más de 250 servicios virtuales donde se encuentran los distintos sistemas que se utilizan y desarrollan en cada una de las dependencias administrativas y académicas de la Universidad. Con la suspensión de actividades presenciales desde mediados del mes de marzo, se han habilitado más de 225 accesos (VPN) a cada uno de los servicios y recursos virtuales en base a los requerimientos de cada dependencia, aportando a la continuidad de las distintas actividades a través del teletrabajo. Adicional a esto, el crecimiento de acceso a internet de los últimos años con el que cuenta la Universidad, permite aportar para la consecución de convenios con los cuales, se procedió a duplicar el ancho de banda de los docentes y funcionarios que tienen contratado el servicio de internet con el principal proveedor de este servicio en la ciudad. Con este convenio

³<https://www.odoo.com/>

⁴<https://koha-community.org/>

⁵<https://duraspace.org/dspace/>

se benefició a 332 personas entre docentes y empleados que pudieron acceder a un ancho de banda de 50 Gbps para poder desempeñar de mejor manera sus funciones laborales en la modalidad de teletrabajo.

D. Servicios Informáticos

Una vez conocida la disposición de suspensión de actividades se procedió al despliegue de personal de servicios para que brinden soporte en distintas dependencias a fin de realizar la instalación de la herramienta necesaria para el acceso remoto a los equipos, con lo que se garantizó el acceso a los computadores institucionales para el desarrollo de las actividades administrativas. Con la finalidad de garantizar una atención adecuada durante la emergencia, se habilitaron y socializaron los canales de contacto telefónico, correo electrónico, **plataforma de soporte técnico** (servicios.ucuenca.edu.ec) y herramientas de soporte remoto, lo que permitió la provisión de servicios de soporte ante cualquier eventualidad que se pueda presentar a la comunidad universitaria en el horario habitual.

Además, se brindaron **capacitaciones** en diversas herramientas de trabajo colaborativo, videoconferencia y servicios institucionales como por ejemplo: Google Mail, Google Docs, Google Sheets, Google Calendar, Cisco Webex Meetings, Zoom, Google Meet, eVirtual, entre otras; dirigidas a docentes, estudiantes y personal administrativo. Esto ha permitido la realización de las actividades laborales de una manera adecuada maximizando el aprovechamiento de las plataformas virtuales con las que se cuenta dentro de nuestra institución. Adicionalmente, como refuerzo al plan de capacitación y soporte, se han preparado diferentes recursos de soporte, como **manuales de usuario** y **video tutoriales**, los cuales han sido comunicados a la comunidad universitaria vía correo electrónico, a fin de ampliar el conocimiento en las distintas áreas de tecnología de la información y proveer recursos de soporte para la correcta utilización de las herramientas. Finalmente, se trabajó en la creación y actualización de material informativo de diferentes servicios tecnológicos y recomendaciones de seguridad, que permitan a la comunidad universitaria tomar acciones de prevención de situaciones riesgosas para precautelar el debido resguardo de la información que reposa en los equipos de cómputo con los cuales se han venido realizando las actividades durante este periodo.

E. Plataformas para video conferencia

En cuanto a la utilización de las plataformas tecnológicas para llevar a cabo el desarrollo de clases en línea, se procedió inmediatamente a la activación de tres alternativas: ZOOM, WEBEX, y GOOGLE MEET. **ZOOM**⁶ es una herramienta de videoconferencia basada en la web con un cliente de escritorio local y una aplicación móvil que permite a los usuarios reunirse en línea, con o sin video. Los usuarios de Zoom pueden elegir grabar sesiones, colaborar

en proyectos y compartir o anotar en las pantallas de los demás usuarios, todo en una plataforma muy práctica. **Webex Meetings**⁷ es una aplicación de colaboración en línea que permite a los participantes realizar videoconferencias, enviar mensajes y compartir información, realizar llamadas con la máxima calidad, acceder en cualquier momento, y conectarse desde cualquier lugar a través de cualquier dispositivo. La Universidad de Cuenca cuenta con un licenciamiento suficiente para toda la comunidad universitaria que incluye el uso de las aplicaciones WEBEX TEAMS, WEBEX MEETINGS, WEBEX EVENTS y WEBEX CALLING. **Google Meet** es la aplicación de video-llamadas de Google. Está vinculada a G-Suite⁸, que es la solución de pago que Google tiene para empresas y centros educativos. La Universidad de Cuenca cuenta con el licenciamiento premium para todos los usuarios de la institución. Por tratarse de una plataforma relativamente nueva no se ha empleado de manera masiva como herramienta de apoyo en las actividades de docencia y teletrabajo; sin embargo, desde la DTIC se coordinan acciones para promover su uso. Adicionalmente, se tiene previsto al igual que con otras plataformas, ejecutar talleres de capacitación dirigidos a usuarios finales.

IV. METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE TABLEROS DE CONTROL

Como se menciona en las secciones anteriores, la declaración de la emergencia sanitaria disparó una serie de decisiones logísticas y tecnológicas que fueron necesarias para llevar a cabo la transición desde una modalidad presencial a una de teletrabajo. En este proceso se habilitó una serie de recursos y herramientas con dos objetivos principales: 1) permitir que estudiantes y docentes puedan continuar las actividades de enseñanza de forma virtual; 2) permitir que los empleados adopten la modalidad de teletrabajo para no interrumpir los procesos institucionales. Para lograr los objetivos anteriores, la Universidad de Cuenca ejecutó una estrategia que se resume en dos partes: 1) publicar y ampliar el rango de herramientas que posibiliten la continuación de actividades de estudiantes, docentes y personal administrativo; y, 2) atender de forma oportuna los requerimientos, problemas y necesidades de estudiantes, docentes, y empleados. En este punto, existen una serie de recursos y servicios desplegados, que aunque funcionan y cumplen con su propósito, necesitan ser monitoreados e integrados para proporcionar respuestas a autoridades, tomadores de decisión, y a la comunidad universitaria en general. Es así que, como parte de la estrategia mencionada en este párrafo, también se agregó una tercera parte que consiste en monitorear el uso de las herramientas desplegadas a fin de mejorar el manejo de herramientas tecnológicas, incentivar su uso eficiente, y mantener niveles de calidad mínimos en el cumplimiento de las funciones institucionales.

Las herramientas de comunicación y enseñanza virtual, son el caso más relevante en relación a la necesidad de

⁶<https://zoom.us/>

⁷<https://www.webex.com/>

⁸<https://gsuite.google.com/>

instrumentos de monitoreo. En esta sección se hará referencia a las preguntas de alto nivel con respecto al uso de las plataformas digitales Zoom, Webex y Google Meet. Ejemplos de este tipo de preguntas son: ¿Cómo ha evolucionado el uso de las plataformas virtuales? ¿Cómo ha evolucionado la asistencia de estudiantes? ¿Cuál es la plataforma más utilizada? ¿Se está cumpliendo con la oferta de horarios planificada a inicios del semestre?. En primera instancia para poder responder a éstas y otras preguntas, era necesario pedir un reporte individual al administrador de cada plataforma. Cada administrador generaba el reporte solicitado de forma manual. Es así que, desde la Dirección de Tecnologías se puso en marcha el desarrollo de un Tablero de Control que permita monitorear el uso de plataformas virtuales para los procesos de enseñanza.

Este proyecto fue abordado como un proyecto de Inteligencia de Negocios (BI: Business Intelligence) [5]; por tanto, tuvo dos actividades principales: 1) integración de las diferentes fuentes de datos en un repositorio centralizado; y 2) desarrollo de reportes y tableros de control o dashboards. A diferencia de la metodología tradicional de Data Warehouse, que se basa en la creación de un modelo multi-dimensional compuesto de tablas de hechos y tablas de dimensiones [6]; en este proyecto se utilizó una base de datos no estructurada, ya que se planteó utilizar el motor de búsqueda Elasticsearch⁹ junto con la plataforma de visualización Kibana¹⁰ [7]. En las secciones siguientes se detalla el proceso de extracción, transformación, y carga, y el desarrollo de los tableros de control.

A. Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL)

El proceso de extracción, transformación y carga, más comunmente conocido por sus siglas en inglés ETL (Extract, Transform, Load) [8], [9], está basado en la arquitectura propuesta en [10], [11] y se presenta en la Figura 2, donde se puede observar la integración de tres fuentes de datos: Zoom, Webex, y Google Meet. Para el registro de llamadas de Zoom, se obtiene periódicamente un archivo de Excel de parte del proveedor del servicio. Los registros de las llamadas de Webex y Google Meet, a su vez, fueron obtenidos mediante la utilización de las APIs correspondientes^{11,12}. En la TABLE I, que muestra los campos de cada una de las fuentes de datos, se puede observar diferencias en cuanto a idioma, número de campos y nomenclatura utilizada. Los campos resultantes del proceso de integración son:

- plataforma
- fecha_hora
- id_sesion
- usuario
- id_persona
- identificacion
- nombres_completos

⁹<https://www.elastic.co/what-is/elasticsearch>

¹⁰<https://www.elastic.co/what-is/kibana>

¹¹<https://developer.webex.com/docs/api/getting-started>

¹²<https://developers.google.com/admin-sdk/reports/v1/appendix/usage/customer>

Plataforma	Campos
Zoom	ID de la reunión, Tema, Anfitrión, E-mail, Tipo de usuario, Departamento, Group, Hora de inicio, Hora de finalización, Duración (hh:mm:ss), Participantes, Centro de datos, Teléfono, Llamada por Internet, Audio de terceros, Video, Uso compartido de la pantalla, Grabación, CRC, Cifrado
Webex	Session ID, Session no., Topic, Meeting Type, Username, First Name, Last Name, Date, Start Time, Duration, Invited, Registered, Attended, Tele, People Mins, Local toll call-in, Local toll-free call-in, Local Callout, Intl. Call-in, Intl. Callout, Internal. Callout, Integrated VoIP, MPV, Division, Department, Project, Other, Custom5, Custom6, Custom7, Custom8, Custom9, Custom10
Meet	Fecha_1, Código de reunión, Correo electrónico del organizador, Asistentes, Duracion

TABLE I
COMPARACIÓN DE CAMPOS POR PLATAFORMA

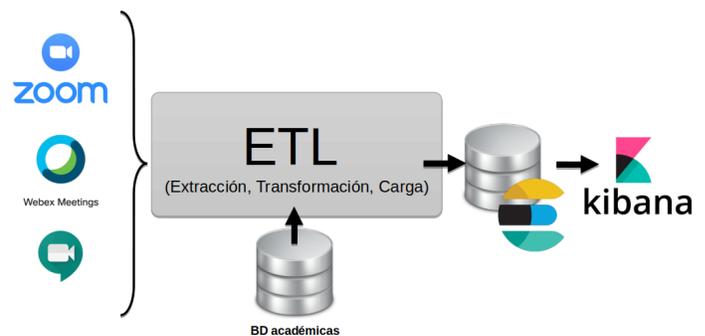


Fig. 2. Proceso de ETL (Extracción, Transformación y Carga) desarrollado para integrar las llamadas de las plataformas Zoom, Webex y Meet en una base de datos analítica.

- correo_institucional
- facultad
- titulo
- duracion_min
- nro_invitados
- nro_asistentes

Los campos finales fueron obtenidos mediante las tareas clásicas de mapeo, limpieza, derivación, estandarización, y corrección. Adicionalmente, dado que el enfoque del tablero solicitado es analizar el desarrollo de clases virtuales mediante las plataformas mencionadas, como parte del ETL también se incluyó la integración de los registros de llamadas con los distributivos académicos, horarios de clase, y registros de alumnos. Esta información complementaria fue extraída desde las bases de datos de los sistemas académicos. De esta forma, fue posible desarrollar un repositorio analítico de datos que permite comparar registros de llamadas con horarios de clase, a diferentes niveles. Para ello, se crearon dos índices: un índice de llamadas (que contiene los campos presentados en el listado anterior), y un índice de horarios (que contiene los campos *id_persona*, *nro_dia_semana*, *dia_semana*, *hora_inicio*, *hora_fin*, *duracion_min*, *id_asignatura*, *asignatura*, *id_grupo*, *nombre_grupo*, *identificacion*, *correo_institucional*, *nombres_completos*, *id_facultad*, *facultad*, *id_carrera*, *carrera*, *nro_matriculados*).

B. Tableros de Control

Una vez que la información proveniente de las diferentes plataformas ha sido procesada y almacenada en las bases de datos analíticas (índices de ElasticSearch), el siguiente paso es desarrollar las interfaces gráficas. La herramienta Kibana ofrece grandes ventajas para el desarrollo de diferentes tipos de gráficos estadísticos de alta calidad, con filtros dinámicos habilitados por defecto, y que pueden ser logrados sin necesidad de programar código fuente [12], [13].

En la Sección IV se planteó varias preguntas que motivaron al desarrollo del tablero de uso de plataformas digitales. En esta sección se revisa cada pregunta junto con el gráfico que permite responderla. La primera pregunta, ¿Cómo ha evolucionado el uso de las plataformas virtuales?, puede ser respondida con la ayuda de un gráfico de barras, tal como el que se muestra en la Figura 3, que presenta el número de llamadas por día desde el 15 de marzo hasta el 30 de junio de 2020. El rango de fecha mencionado se aplica a todos los gráficos incluidos en esta sección. En la Figura 3 se puede evidenciar un incremento paulatino en el número de llamadas que se realiza durante las primeras 9 semanas luego de la declaración de la emergencia nacional, salvo para la semana entre el 27 de abril al 3 de mayo, en donde se evidencia una caída en el número de llamadas, debido a una suspensión de actividades académicas.

De forma análoga, la Figura 4 presenta un gráfico de barras que permite responder la segunda pregunta: ¿Cómo ha evolucionado la asistencia de estudiantes?. Al igual que en la Figura 3, la Figura 4 también muestra una tendencia creciente hasta aproximadamente la 8va semana, salvo para la semana que tuvo suspensión de actividades.

La Figura 5 permite responder a la tercera pregunta: ¿Cuál es la plataforma más utilizada?. Las Figuras 3 y 5 muestran claramente que Zoom es la plataforma más utilizada para realizar las clases virtuales.

Para poder responder a la cuarta pregunta, ¿Se está cumpliendo con la oferta de horarios planificada a inicios del semestre?, fue necesario crear dos tablas lado a lado: una para los registros de llamadas, y otra para presentar los horarios de los docentes. De esta forma, es posible hacer una comparación directa de llamadas (fecha y hora de las llamadas, y número de asistentes) y horarios a nivel de docente. Esto permite hacer una inspección y análisis sobre el nivel de cumplimiento de clases, simplemente con revisar los registros de éstas dos tablas.

También se incluye la Figura 6 que es un gráfico de barras que muestra el número de llamadas por facultad y por plataforma, para el periodo previamente mencionado. Este gráfico fue posible gracias a la integración de datos descrita en la sección anterior, en donde se integró información académica, como la facultad o facultades en las que dicta clase un docente, con las llamadas de dicho docente. Cabe mencionar que este caso de integración, es decir una relación de N-M resultó simple de resolver gracias al soporte transparente que ofrece ElasticSearch para campos de

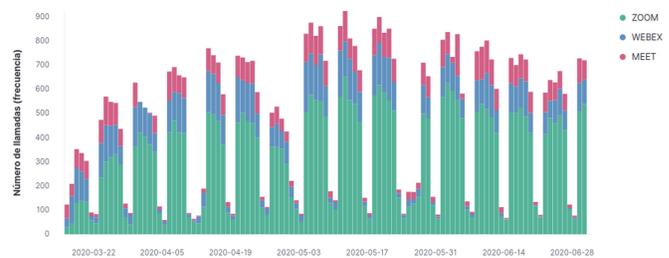


Fig. 3. Número total de llamadas por día desde el 15 de marzo hasta el 30 de junio de 2020.

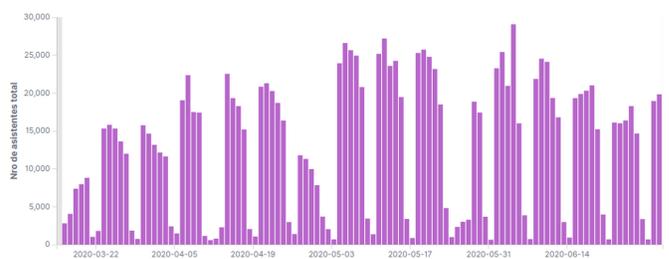


Fig. 4. Número de asistentes por día desde el 15 de marzo hasta el 30 de junio de 2020.

tipo array. Esto hubiese sido más complicado de solucionar utilizando un modelo de estrella, por las dificultades que existen para crear modelos multidimensionales cuando hay relaciones de varios a varios, como en este caso.

En la Figura 7, se presenta un gráfico de barras del número de llamadas por día de la semana, como uno de varios gráficos más que fueron derivados de la base de datos analítica, y que fueron organizados en una misma interfaz formando un dashboard que hasta el momento ha sido puesto a disposición de las autoridades, para que cuenten con una herramienta de seguimiento a las clases en línea. Con la publicación de este dashboard se consiguió los siguientes objetivos: 1) evidenciar el uso de las plataformas digitales hacia las autoridades de cada facultad; 2) evidenciar que la mayoría de docentes utiliza alguna de las plataformas mencionadas; 3) evidenciar que a pesar de las dificultades logísticas existe una tasa de cumplimiento y asistencia relativamente altas a las clases virtuales.

V. RESULTADOS: LECCIONES APRENDIDAS

La principal lección en tiempos de COVID ha sido hacer posible lo que parecía imposible, es decir, llevar la universidad a los hogares, principalmente, que todas las asignaturas se estén dictando remotamente, con plataformas virtuales diversas.

Este proceso de cambio y transición, implica el aprendizaje y uso acelerado de las nuevas tecnologías. En cuanto a los departamentos de tecnologías, el uso de los diferentes servicios están generando grandes cantidades de datos lo que implica la ejecución de procesos de analíticas de datos, generando a su vez, la aplicación de procesos fuertes de investigación e innovación que permitan tomar decisiones, principalmente

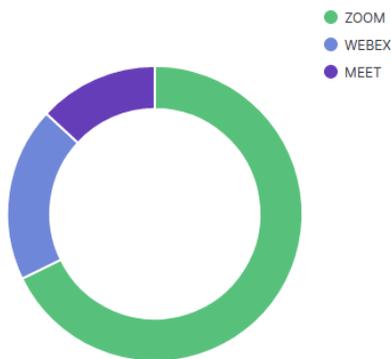


Fig. 5. Llamadas por plataforma digital desde el 15 de marzo hasta el 30 de junio de 2020.

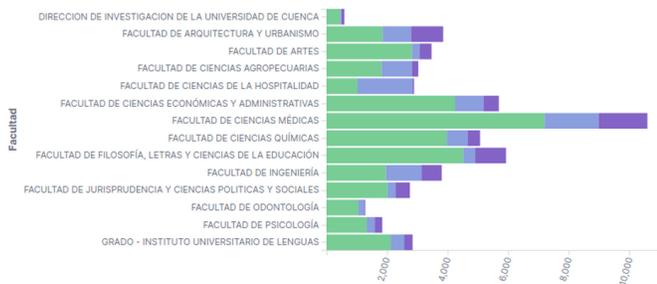


Fig. 6. Número de llamadas por facultad desde el 15 de marzo hasta el 30 de junio de 2020.

relacionado con tecnologías de Big Data, procesos de Gestión y Gobierno digital de TICs, entre otros.

Si bien es cierto, que el uso de los distintos recursos y plataformas virtuales, dependen significativamente de las condiciones técnicas que tengan a su disposición los usuarios (acceso a internet, disponibilidad de conexión, calidad del servicio, entre otros), para obtener resultados óptimos en la calidad de la transferencia de la información, la DTIC se mantiene en permanente estado de alerta, a fin de garantizar la

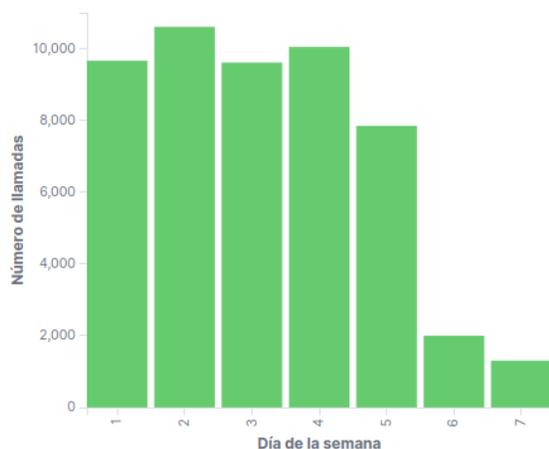


Fig. 7. Número de llamadas por día de la semana

disponibilidad de todos los servicios, plataformas y sistemas, con que cuenta la universidad, minimizando al máximo las dificultades técnicas que pudiesen tener los usuarios.

La emergencia sanitaria evidenció el problema a nivel nacional en cuanto a conectividad a internet así como la desigualdad entre alumnos sobre todo de las instituciones públicas. Por tanto implica la formulación de nuevas políticas para que los recursos lleguen a los más necesitados.

En cuanto a capacitaciones de la plataforma moodle a docentes y estudiantes, se requiere un mejor entendimiento sobre las funcionalidades, para que a corto plazo se logre evidenciar experiencias de aprendizaje mucho más provechosas y por ende mejores resultados en el proceso educativo/investigativo, aquí radica la importancia de la capacitación a los docentes [2]

VI. CONCLUSIONES

En base a las descripciones expuestas en este trabajo y conforme a los datos presentados, se puede determinar que desde la DTIC, con el apoyo permanente de las autoridades universitarias, se han realizado los mayores esfuerzos para optimizar el recurso humano y tecnológico, evidenciando un elevado y constante uso de las distintas herramientas, plataformas y servicios informáticos que dispone la universidad, y que han permitido durante el período de la emergencia sanitaria, la adaptación de los usuarios a nuevas modalidades de colaboración, contribuyendo así, de manera sistemática, a mantener la continuidad de las diferentes actividades académicas y administrativas, garantizando de esta manera, el desarrollo de los procesos institucionales. En términos generales, se ha podido evidenciar, que producto de la alta demanda de los servicios de tecnología, y la estabilidad de todas las plataformas, así como el permanente soporte al usuario, **la DTIC, ha trasladado la universidad a los hogares.**

Las universidades ecuatorianas continúan trabajando en la medida de lo posible, de manera virtual y semipresencial; prestando sus servicios administrativos en modalidad de teletrabajo y los docentes dictando sus clases a través de plataformas digitales.

Cabe una reflexión final en el contexto ecuatoriano, si deseamos universidades digitales inteligentes, esto implica inversión en diferentes ámbitos tales como infraestructura tecnológica, capacitación, entre otros, por lo que, actualmente no es pertinente la aplicación de políticas de reducción presupuestaria en el área de la educación; sino por el contrario, es inminente la inversión en este sector.

ACKNOWLEDGMENT

Un agradecimiento especial a todo el personal de la DTIC por el gran esfuerzo realizado para que la Universidad de Cuenca siga funcionando a pesar de la emergencia sanitaria.

REFERENCES

- [1] "Organización mundial de la salud," <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus2019/advice-for-public/q-a-coronaviruse>, accessed: 2010-04-27.

- [2] A. A. M. Al-araibi, M. Naz'ri bin Mahrin, and R. C. M. Yusoff, "Technological aspect factors of e-learning readiness in higher education institutions: Delphi technique," *Education and Information Technologies*, vol. 24, no. 1, pp. 567–590, 2019.
- [3] L. M. Gray, G. Wong-Wylie, G. R. Rempel, and K. Cook, "Expanding qualitative research interviewing strategies: Zoom video communications," *The Qualitative Report*, vol. 25, no. 5, pp. 1292–1301, 2020.
- [4] A. K. Brady and D. Pradhan, "Learning without borders: Asynchronous and distance learning in the age of covid-19 and beyond," *ATS Scholar*, no. ja, 2020.
- [5] T. Efraim, R. Sharda, and D. Delen, "Business intelligence and analytics: Systems for decision support," 2010.
- [6] R. Kimball and M. Ross, *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling*. John Wiley & Sons, 2013.
- [7] D. Cea, J. Nin, R. Tous, J. Torres, and E. Ayguadé, "Towards the cloudification of the social networks analytics," in *International Conference on Modeling Decisions for Artificial Intelligence*. Springer, 2014, pp. 192–203.
- [8] M. Lenzerini, "Data integration: A theoretical perspective," in *Proceedings of the twenty-first ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART symposium on Principles of database systems*, 2002, pp. 233–246.
- [9] S. Vyas and P. Vaishnav, "A comparative study of various etl process and their testing techniques in data warehouse," *Journal of Statistics and Management Systems*, vol. 20, no. 4, pp. 753–763, 2017.
- [10] N. Shah, D. Willick, and V. Mago, "A framework for social media data analytics using elasticsearch and kibana," *Wireless networks*, pp. 1–9, 2018.
- [11] V.-A. Zamfir, M. Carabas, C. Carabas, and N. Tapus, "Systems monitoring and big data analysis using the elasticsearch system," in *2019 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*. IEEE, 2019, pp. 188–193.
- [12] E. Powell, H. Liu, R. Huang, Y. Sun, and C. Xu, "Front-end kibana (fek) cs5604 fall 2019," 2020.
- [13] V. Sharma, "Getting started with kibana," in *Beginning Elastic Stack*. Springer, 2016, pp. 29–44.