

Herramientas digitales para la clase de cálculo – indispensable apoyo para la enseñanza actual

Digital tools for the calculus classroom - indispensable support for modern teaching

Yocelyn Espinoza de los Monteros-Ortiz¹, Natalí López-Salgado^{2,*}

¹ Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

² Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

*Corresponding author: yocelyn.eo@teziutlan.tecnm.mx

Resumen: Los recientes cambios en el sistema educativo provocados por una contingencia sanitaria en 2020, particularmente en la educación superior, obligó al profesorado en activo a migrar de una modalidad presencial a una modalidad en línea y a distancia mediada principalmente por los dispositivos electrónicos y medios tecnológicos, que con el paso del tiempo y las adecuaciones y adaptaciones a los procesos de enseñanza – aprendizaje se han consolidado como permanentes a pesar de los retornos seguros a clases presenciales, lo que motiva a mostrar en el presente trabajo la transición de modalidades particularmente en la clase de cálculo, las herramientas tecnológica que se adaptaron, los dispositivos electrónicos que se adquirieron y las experiencias de docentes y estudiantes que se lograron ante esta situación para la formación de futuros ingenieros dentro del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Palabras clave: cálculo, enseñanza, tecnología, permanencia.

Abstract: The recent changes in the educational system caused by a health contingency in 2020, particularly in higher education, forced active teachers to migrate from a face-to-face modality to an online and distance modality mediated mainly by electronic devices and technological means, which with the passage of time and the adaptations and adaptations to the teaching-learning processes have been consolidated as permanent despite the safe returns to face-to-face classes, this motivates us to show in this paper the transition of modalities, particularly in the calculus class, the technological tools that were adapted, the electronic devices that were acquired and the experiences of teachers and students that were achieved in this situation for the training of future engineers within the Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Keywords: calculus, teaching, technology, permanence.

1 Introducción

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán (ITST) durante 29 años ha formado profesionales en el ramo ingenieril a través de sus seis licenciaturas y un posgrado. Esta casa de estudios forma parte de los 254 institutos tecnológicos adscritos al Tecnológico Nacional de México, el cual se encuentra ubicado en la sierra nororiental de Teziutlán, perteneciente al estado de Puebla. Su proceso de enseñanza – aprendizaje se rige bajo el modelo educativo basado en competencias profesionales (DGEST, 2012) donde el docente asume el rol de “facilitador del conocimiento” bajo tres

dimensiones: organizacional, académica y filosófica como se muestra en la Figura 1 con el fin de obtener una formación integral. La dimensión académica hace referencia a la construcción del conocimiento, al aprendizaje significativo y colaborativo, de la mediación y la evaluación efectiva, así como la práctica de habilidades adquiridas; dentro de esta dimensión se enfatiza sobre las competencias profesionales necesarias para la solución de problemas, las cuales se describen como la aplicación estratégica de conocimientos (saber), procedimientos (hacer) y actitudes (ser).



Figura 1. Dimensión del Modelo Educativo para el siglo XXI: formación y desarrollo de competencias profesionales.

Es imprescindible el gran impacto que han tenido las herramientas digitales como apoyo a la práctica docente, por lo que el Instituto implementó desde el año 2010 el uso de la plataforma educativa Moodle, proporcionando a través de ella, los recursos y actividades necesarias para los estudiantes, además de ser un canal de comunicación, una de sus principales funciones ha sido la de fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje; no obstante, como consecuencia al receso obligatorio por la contingencia sanitaria por SARS-CoV-2 en marzo de 2020 declarado por la Secretaría de Educación Pública, se requería de más herramientas digitales inmediatas para continuar con las clases a distancia.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer los resultados obtenidos de implementar herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza – aprendizaje principalmente en las asignaturas de cálculo como asignatura que forma parte de las ciencias básicas en los primeros semestres en la formación de ingenieros y que dichas herramientas tecnológicas se han consolidado como permanentes a pesar de los retornos presenciales. Más que un trabajo de investigación, se presenta una experiencia didáctica bastante enriquecedora y de gran referencia para el profesorado dedicado a impartir este tipo de asignaturas.

Posterior al confinamiento de marzo de 2020 y antes de que finalizara el semestre Enero – Junio 2020, el departamento de estadística con el apoyo del área académica del Instituto realizó un estudio a la población estudiantil para conocer sus necesidades sobre equipos de cómputo o dispositivos electrónicos con acceso a internet,

arrojando los siguientes resultados: se encuestó a 1416 estudiantes de las modalidades escolarizada y sabatina, de los cuales el 77% reportaban tener algún dispositivo, regularmente un equipo de cómputo, mientras que el 57% tenía acceso a internet desde su casa, el resto debía recurrir a distintos medios tales como: acudir a ciber – cafés, casa de algún familiar o amigo o adquirir datos móviles para tener conectividad a internet como se puede apreciar en las siguientes figuras:

Porcentaje de estudiantes que cuentan con algún dispositivo electrónico

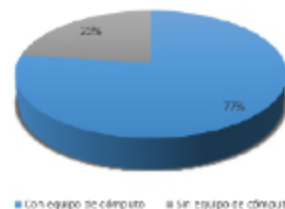


Figura 2. Porcentaje de estudiantes del ITST que cuentan con algún dispositivo electrónico

Porcentaje de estudiantes con acceso a internet

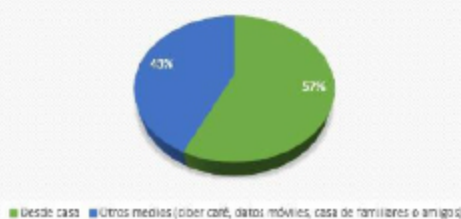


Figura 3. Porcentaje de estudiantes del ITST que cuentan con acceso a internet

Por lo que los procesos de enseñanza – aprendizaje tuvieron que modificarse, realizando importantes adaptaciones a los programas de estudio, pero sobre todo a las estrategias de enseñanza para mantener la atención de los estudiantes a través de los medios tecnológicos, desarrollar actividades donde los estudiantes se encuentren activos cognitivamente y donde se les pida que hagan y no sólo que observen el tema, migrando de un ambiente expositivo a un ambiente interactivo (García, 2020).

A pesar de las adaptaciones que se realizaron durante el tiempo que se mantuvo la contingencia sanitaria y las clases a distancia y posteriormente híbridas, las modificaciones a las

estrategias de enseñanza y el uso de la tecnología permaneció y ha permanecido aun cuando se ha regresado a nueva normalidad y modalidad presencial, lo que conlleva a entender que la tecnología hoy en día coadyuva, sin duda alguna, al proceso de enseñanza, en este caso, del cálculo.

2 Referente teórico

Una de las disciplinas más importantes dentro de las ciencias básicas es la matemática, a pesar de ser una de las ciencias más antiguas (Mora *et al.*, 2018), ha influido en diversas ciencias naturales exactas como la física o la astronomía y aún en la actualidad se continúa desarrollando la matemática por influencia directa de las exigencias de las nuevas tecnologías.

Por ello, dentro de las ingenierías ofertadas en el ITST en su tronco común, se ofrecen dos cursos de cálculo, cálculo diferencial, que Zill *et al.* (2011) los define como el que investiga las propiedades de las razones de cambio comparativas de variables que están vinculadas por medio de ecuaciones, y cálculo integral que proporciona métodos para recuperar las variables originales conociendo sus razones de cambio, la técnica para hacer esto se denomina integración.

Estos dos cursos de cálculo se imparten en los dos primeros semestres de ingeniería, enseguida, de acuerdo al tipo de ingeniería son las matemáticas que se desarrollan. Mediante el estudio del cálculo se puede realizar la construcción de diversos modelos matemáticos aplicables a una gama variada de ciencias ingenieriles como la robótica, la electrónica, los procesos productivos o industriales, además, el cálculo permite a los estudiantes de ingeniería desarrollar habilidades para identificar, interpretar, representar y modelar problemas, proponiendo soluciones eficientes y eficaces. Enfatizando en la idea de que el estudio del cálculo arroja mejores resultados cuando se aprende ante situaciones reales (Silva, 2017; Vázquez, 2017) sobre el contexto en el que se desenvuelve el estudiante.

La implementación de los avances tecnológicos en la educación superior siempre ha sido una prioridad para el ITST, de hecho, en 2015 el Tecnológico Nacional de México (TecNM) anuncia un nuevo modelo de educación a distancia (TecNM, 2015)

propiciando que los diversos campus incluyan carreras bajo esta modalidad a través de una comunicación asincrónica y remota mediada por plataformas educativas y estrategias tecnológicas que también detonó en actualización profesional para la plantilla docente a cargo. Sin duda, esto fue un parteaguas para analizar, que los procesos de enseñanza – aprendizaje ya no se podían quedar dentro de un aula o simplemente en una explicación ante pizarrón, pues una de las intenciones de este tipo de modalidad es motivar un trabajo autónomo en el estudiante, que como lo define Manrique (2004) es la facultad que tiene una persona para dirigir, controlar, regular y evaluar su forma de aprender, de forma consciente e intencionada haciendo uso de estrategias de aprendizaje.

Al llegar marzo de 2020 y hacer una pausa obligada en la educación presencial, los conocimientos tecnológicos, las estrategias tecnológicas y las herramientas fueron vitales para dar continuidad a la formación de ingenieros en todos los planes y programas haciendo uso de escenarios cambiantes que favorecieran esa comunicación masiva y bidireccional con los estudiantes, y generando nuevos retos docentes, ¿cómo enseñar cálculo y en general matemáticas a un gran grupo de estudiantes a través de medios tecnológicos?

3 Metodología

3.1 Hacia el uso de las herramientas tecnológicas

En un primer momento, la plataforma educativa Moodle, vigente en el ITST desde 2010, fungió como primer medio de comunicación con los estudiantes dotando de recursos y actividades necesarias para continuar con las clases, sin embargo, al ser una plataforma de naturaleza cognitiva que facilita el aprendizaje en diferentes áreas (Zbiek *et al.*, 2007), no era del todo funcional para las clases de matemáticas, sino únicamente para verter conocimiento y recibir actividades y el control de las mismas.

Conforme el tiempo transcurría, se veía más lejano el regreso a las clases presenciales, por lo que se optó por utilizar canales más directos de comunicación para disipar dudas, tales como: chats instantáneos o redes sociales. Asimismo, la plataforma YouTube y las carpetas en la nube fungieron como principal repositorio de videos

como se aprecia en la Figura 4 para generar una mejor explicación de los contenidos.



Figura 4. Video subido a la plataforma YouTube sobre un tema de cálculo integral.

Aunque esto aún no era suficiente, por lo que de manera inmediata también se ajustaron las metodologías y planeaciones de los docentes, adaptando las actividades de enseñanza – aprendizaje a una modalidad a distancia. Aún con todos los ajustes y adecuaciones realizadas, existieron estudiantes que no obtenían un aprendizaje favorable, pues la falta de dispositivos y/o acceso a internet también fue un factor detonante para que algunos estudiantes pusieran pausa a sus estudios profesionales con el compromiso de reintegrarse al Instituto en cuanto las condiciones fueran más favorables.

Durante el mes de Julio de 2020, el Tecnológico Nacional de México en coordinación con Microsoft TEAMS se unen para proporcionar capacitación a todos los docentes del Instituto en el uso de esta plataforma con el objetivo de alinearla con la plataforma Moodle y manejarlas de manera institucional como principal medio para clases síncronas, acceso a recursos, actividades y recepción de tareas. Esto marcó el inicio de una nueva era en la educación trayendo consigo también las herramientas digitales y tecnológicas que permitirían el acceso al conocimiento a través de conferencias, congresos o talleres y generar un aprendizaje significativo no solo dentro del país sino con la oportunidad de entablar relaciones con universidades fuera del mismo con el objetivo de enriquecer el aprendizaje de los estudiantes.

Para esta nueva dinámica educativa se lanzó una prueba piloto en el verano de 2020 ofertando 58 asignaturas de las distintas licenciaturas, en donde participaron 80 docentes y alrededor de

900 estudiantes. A través de la plataforma Microsoft TEAMS se cubrió totalmente las horas clase de cada asignatura, además se incorporaron nuevas herramientas tecnológicas que apoyaban a esta dinámica, entre ellas, el uso de pizarras digitales, como la de Microsoft Whiteboard, que permitió un acercamiento con los estudiantes generando clases más dinámicas e interactivas (Figura 5), de igual manera el uso de aplicaciones tecnológicas como Educaplay y Kahoot funcionaron como herramientas que apoyaron la realización de actividades de retroalimentación (Figura 6).

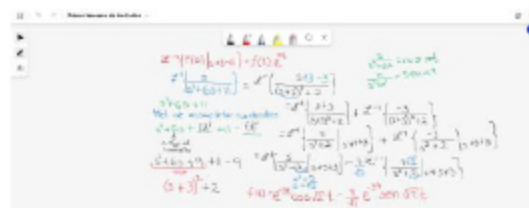


Figura 5. Pizarra digital de Microsoft Whiteboard utilizada en ecuaciones diferenciales en verano de 2020



Figura 6. Actividad aplicada en cálculo diferencial utilizando Kahoot en el verano 2020

Teniendo capacitaciones en las herramientas tecnológicas, principalmente en Microsoft TEAMS y el referente del modelo de educación a distancia se establece trabajar de esta manera los semestres agosto – diciembre 2020 y enero – junio 2021, pero el acceso a internet de los estudiantes fue una limitante para cubrir en su totalidad las horas clase por semana de las asignaturas, por lo que se introduce la metodología de aula invertida.

3.2 Aula invertida- metodología estándar para la impartición de clases en el ITST

El aula invertida (Vidal *et al.*, 2016) permite al estudiante obtener información en un tiempo y lugar que no requiere la presencia física del profesor, además, se considera un enfoque integral puesto que incrementa el compromiso y la implicación del estudiante de manera que construya su propio aprendizaje, lo socialice e

integre a su realidad. Cuando esto se logra con éxito, se cumplen las fases del ciclo de aprendizaje que se pueden observar en la siguiente figura:



Figura 7. Fases del ciclo de aprendizaje (dimensión cognitiva de la taxonomía de Bloom)

Este enfoque metodológico fue adaptado por el ITST, en donde, por ejemplo, para la materia de cálculo diferencial se trabajó con 3 horas sincrónicas a través de la plataforma Microsoft TEAMS haciendo uso de la pizarra propia, aplicaciones como One Note o Kahoot y 2 horas de manera asincrónica asignando actividades en la plataforma Moodle y apoyando con video tutoriales propios montados en plataformas como YouTube.

El aula invertida permitió cambiar el orden natural de la clase (Mora *et al.*, 2021) donde el docente pasó de ser un expositor a un facilitador o entrenador y el estudiante el protagonista para la adquisición de los conocimientos propios de la asignatura ejercitando uno de los saberes más importantes, el saber hacer.

Para agosto – diciembre 2021, las clases se comenzaron a reactivar poco a poco de manera híbrida, los estudiantes asistieron en bloques y bajo condiciones sanitarias reguladas por el ITST a realizar prácticas principalmente, el mayor proceso aún continuaba virtual. Para enero 2022 se anuncia un trabajo semi-presencial, los estudiantes asisten por bloques a clase, algunos grupos pequeños asisten en su totalidad, pero se regresa a las aulas, que era el anhelo de muchos, sin embargo, la tecnología no se pudo excluir, continuó siendo parte fundamental del proceso enseñanza – aprendizaje.

3.3 Permanencia de la tecnología

Dos actores muy importantes en la transición de modalidades, en las nuevas formas de trabajo, en los procesos de enseñanza – aprendizaje fueron sin duda alguna las autoridades educativas inmediatas del propio ITST y superiores como la Secretaría de Educación del Estado de Puebla, esta última diseñó un modelo educativo híbrido (SEP, 2021) con la finalidad de responder a las diversas realidades educativas, buscando conciliar e integrar tres elementos fundamentales: los momentos presenciales, a distancia y el trabajo autónomo. En función de este contexto, se considera este modelo como permanente para continuar con la transformación de procesos educativos, pues se destaca por mostrar flexibilidad al permitir trabajar de manera síncrona y asíncrona, tener o no una misma ubicación física y tener distintos niveles de interacción.

Lo que conlleva a reflexionar, que la actividad docente mediada por la tecnología se ha quedado para continuar formando futuros ingenieros en todos sus perfiles profesionales y en todas sus áreas, desde ciencias básicas hasta especialidad. Por tal motivo, la innovación educativa asume hoy en día una mayor importancia en los componentes tecnológicos soportado por los aspectos curriculares y/o pedagógicos, pues las herramientas tecnológicas y digitales impactan en distintos elementos del proceso educativo, tales como: la forma de comunicarse con los estudiantes, el acceso que se tiene hacia la enseñanza, los repositorios de información y contenidos temáticos, las formas de evaluar (Figura 8), así como dar seguimiento académico.

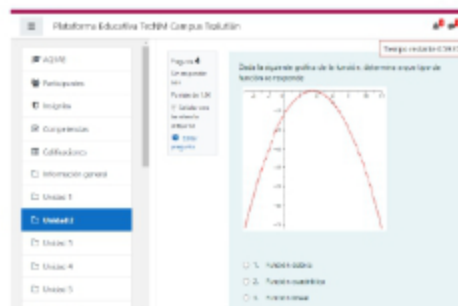


Figura 8. Examen de cálculo diferencial utilizando actualmente para evaluar la unidad 2 (Funciones)

Actualmente, el objetivo es continuar potencializando el aprendizaje a través de un entorno tecnológico sin dejar fuera el enfoque

por competencias que actualmente se trabaja dentro de la institución propiciando un mayor acceso a recursos didácticos y de información, en sus distintas formas, tanto síncrona como asíncrona, en presencial o a través de la red, incentivando un trabajo colaborativo entre instituciones, docentes y academias en la búsqueda de medios tecnológicos que coadyuven al estudiante en su aprendizaje y al alcance del mismo como el uso de bibliotecas digitales o acceso a programas de dualidad que sin duda han permitido que los estudiantes enriquezcan no sólo aspectos profesionales sino también personales al convivir con estudiantes de otros países y otras culturas.

Es entonces, cuando con toda certeza y seguridad se puede asumir, que la tecnología ha llegado para quedarse, que a pesar de vivir bajo una nueva normalidad y clases presenciales no se puede excluir a los medios tecnológicos, es ahora muy natural ofrecer una clase o asesoría en línea, trabajar de manera organizada con plataformas educativas, tomar cursos en el extranjero, participar en eventos académicos importantes a nivel internacional a través de plataformas de comunicación en tiempo real y muchas otras actividades que hoy en día han roto barreras de tiempo y espacio y que llevarán a la comunidad estudiantil profesional hacia una formación integral y tecnológica que ayude a cumplir los retos y exigencias que actualmente se viven en el sector laboral.

4 Resultados y experiencias personales

Durante casi dos años de las clases en línea y a distancia, hemos adquirido diversas experiencias, particularmente en la enseñanza de las matemáticas en el nivel superior. Coincidiendo totalmente que el modelo híbrido ha llegado para quedarse, así como la tecnología se ha considerado como una herramienta indispensable para el proceso de enseñanza – aprendizaje en la formación de futuros ingenieros. A pesar de las adaptaciones inmediatas, esta etapa ha sido una oportunidad para potencializar nuestros conocimientos y enriquecer nuestras habilidades en el manejo de las herramientas digitales y tecnológicas, y a motivar a nuestros estudiantes para ser autónomos.

Los cambios repentinos a raíz de la contingencia sanitaria hicieron que como

docentes utilizáramos herramientas básicas digitales para continuar con las clases, pero sobre todo para mantener la comunicación con nuestros estudiantes, ya que esta pandemia no solo afectó el aspecto educativo, sino en la mayoría de las familias lo más preocupante era la parte económica, lo que se vio reflejado en la deserción escolar, pues algunos estudiantes tuvieron que emplearse para salir adelante junto con su familia.

Indudablemente se necesitó más que las plataformas Moodle y Microsoft TEAMS para mantener el interés de los estudiantes en la enseñanza de las matemáticas y principalmente del cálculo, la elaboración de cuadernos de trabajo, creación de foros y canales de YouTube fueron estrategias que marcaron la diferencia en las clases a distancia; la adquisición de accesorios para la creación de todos los materiales didácticos propició cada vez más la innovación educativa, demostrando desde ese entonces que la tecnología sería una herramienta indispensable para nuestras cátedras.

Particularmente, dentro de los accesorios que se adquirieron como docentes y el más importante fue un lápiz mouse tipo pluma para escribir de forma rápida y sencilla en las pizarras digitales (Figura 9), este se conecta vía USB a la computadora y se apoya en el tapete para escribir, lo que se escribe sobre el tapete se ve reflejado en la pizarra y funciona para cualquier tipo de pizarra digital como Microsoft Whiteboard, Notebookcast, Jamboard, etc. Esto facilitó muchísimo la escritura de procesos matemáticos, como el enseñar derivadas, por citar un ejemplo.



Figura 9. Lápiz mouse tipo pluma

Así como las docentes tuvimos experiencias que compartir, también los estudiantes adquirieron muchas experiencias al experimentar una clase totalmente virtual o al adaptarse al aula invertida. Se pidió la colaboración voluntaria de los estudiantes para

expresar sus experiencias, ellos fueron alumnos de la materia de cálculo integral en el semestre enero – junio 2021 de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales, sus opiniones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Opinión de los estudiantes sobre el cambio de modalidad de presencial a virtual.

Estudiante	Opinión
Erik	Inicialmente el cambio de modo de estudio se me hizo interesante, lamentablemente surgieron dificultades externas que dificultaron mi participación activa.
Ana Laura	Personalmente me han costado algunos temas ya que a veces existen más dudas con otros ejercicios. Aunque también me ayudó a acostumbrarme a hacer autodidacta en mi aprendizaje.
Yoseline	Fue una experiencia nueva y difícil de adaptarse puestos que, toda mi vida había estudiado por medio de clases presenciales. Sin embargo, me resulta bueno porque siempre hay algo que aprender.
Maria José	En mi opinión el cambio fue inesperado, no me sentía preparada y estaba muy insegura sobre todo cuando vimos cálculo integral y los métodos de integración que según yo ya sabía, entonces sí fue difícil.

5 Conclusiones

Como seres humanos tenemos la capacidad de adaptarnos a los contextos que se nos presentan, asimismo como docentes activos del ITST nos hemos demostrado ante esta contingencia sanitaria que podemos asumir el reto de adaptación y adecuación a nuestros procesos de enseñanza – aprendizaje, pues fue necesario buscar los medios para difundir el conocimiento matemático a nuestros estudiantes

y lograr, tanto el interés como la autonomía en su aprendizaje.

No obstante, tenemos la certeza de que el conocimiento adquirido durante las capacitaciones tecnológicas y digitales perdurarán en nuestro quehacer como docentes, pues la tecnología se ha considerado también como una herramienta cognitiva que nos ayuda a desarrollar las competencias que requieren los ingenieros en formación, sin embargo, debemos de estar muy atentos para saber utilizar estas herramientas de una manera correcta orientando su uso hacia los estudiantes para generar su propio conocimiento y no solo el de transmitirlo.

Con estas transformaciones podemos asegurar la permanencia de las herramientas digitales y tecnológicas en el modelo educativo actual, asumiendo como docentes el reto de continuar nuestra preparación profesional para seguir formando, sin importar el lugar y el tiempo.

Agradecimientos

A todo el personal directivo del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán por compartir información relevante sobre el tema para enriquecer este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Dirección General de Educación Superior Tecnológica. (2012). *Modelo educativo para el siglo XXI: formación y desarrollo de competencias profesionales*. Autor. <http://www.dgest.gob.mx/director-general/modelo-educativo-para-el-siglo-xxi-formacion-y-desarrollo-de-competencias-profesionales-dp2>
- García, L. (junio, 2020). *Coronavirus. Educación y uso de tecnologías en días de pandemia*. UNAM-DGDC. <http://ciencia.unam.mx/leer/1006/educacion-y-uso-de-tecnologias-en-dias-de-pandemia>
- Manrique, L. (2004). *El aprendizaje autónomo en la educación a distancia*. Primer congreso virtual latinoamericano de educación a distancia. Perú. <https://files.pucp.edu.pe/departamento/educacion/2020/02/21174038/lileya-manrique-el-aprendizaje-autonomo-en-la-educacion-a-distancia.pdf>