

Influencia del Matlab en el aprendizaje de la transferencia de calor en alimentos

Influence of Matlab in the learning of heat transfer in food

Franklin Taipe Florez*

RESUMEN

Introducción. Los estudiantes universitarios tienen dificultades al comprender la transferencia de calor en alimentos. Objetivo. Determinar la influencia del uso de matlab en el aprendizaje de transferencia de calor en alimentos en estudiantes de ingeniería agroindustrial. Materiales y métodos. El estudio es tipo básico, cuantitativo-cualitativo, correlacional entre variables uso de matlab y aprendizaje con la prueba t-estudent, diseño cuasi experimental, al grupo control se aplicó un método tradicional, sesiones con Matlab al grupo experimental, usando el instrumento prueba escrita de pre y pos a los nueve estudiantes de Operaciones Unitarias, escogidos por “criterio-juicio” para cada grupo. Resultados. En el pre test las medias son similares 11.422 y 11.36, para el grupo control y experimental, en el pos test se tiene 13.53 y 15.74, “en proceso” y “logrado” para el control y experimental respectivamente, según prueba t-estudent con $p < 0.05$ hay evidencia de la influencia del matlab, en el grupo experimental entre el pre y pos test la diferencia es de 2.21 puntos, según t-estudent ($p < 0.05$) existe evidencia significativa que la mayor media corresponde al pos test. Conclusión. El uso del software Matlab influye positivamente en el aprendizaje de la transferencia de calor en alimentos en los estudiantes de ingeniería agroindustrial.

Palabras clave: matlab, transferencia de calor, alimentos, aprendizaje.

ABSTRACT

Introduction. College students have difficulty understanding heat transfer in food. Objective. To determine the influence of the use of matlab in the learning of heat transfer in food in agro-industrial engineering students. Materials and methods. The study is basic type, quantitative-qualitative, correlational

* Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Juliaca-Perú

Ingeniero Agroindustrial
franklintaipedflorez77@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3639-3892>,
<https://scholar.google.es/citations?hl=es&authuser=1&user=nlaCjvAAAAAJ>

JOURNAL OF BUSINESS
and entrepreneurial
studies

ISSN: 2576-0971



<https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.84>

Atribución/Reconocimiento-NoComercial- CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC

BY-NC-SA 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

Journal of Business and entrepreneurial
EI

<http://journalbusinesses.com/index.php/revista>
eISSN: 2576-0971

journalbusinessentrepreneurial@gmail.com

between variables, use of matlab and learning with the t-student test, quasi-experimental design, a traditional method was applied to the control group, sessions with Matlab to the experimental group, using the written test instrument. of pre and post to the nine students of Unit Operations, chosen by "criterion-judgment" for each group. Results. In the pre-test the means are similar 11.422 and 11.36, for the control and experimental group, in the post-test there are 13.53 and 15.74, "in process" and "achieved" for the control and experimental respectively, according to the t-student test with $p < 0.05$ there is evidence of the influence of matlab, in the experimental group between the pre and posttest the difference is 2.21 points, according to t-student ($p < 0.05$) there is significant evidence that the highest mean corresponds to the post test. Conclusion. The use of Matlab software positively influences the learning of heat transfer in food in agro-industrial engineering students.

Key words: matlab, heat transfer, food, learning.

INTRODUCCIÓN

La educación universitaria y la formación de futuros ingenieros es un problema crucial en la actualidad, según Correira y Bozuti (2017) los profesores y el sistema tienen una gran responsabilidad por el uso de la tecnología y la información, en concordancia con (Malagon, 2016; McCrindle, 2015; Lissitsa y Kol, 2016). La importancia de formar nuevos ingenieros con el uso de tecnología y recursos TIC, es una preocupante tarea de las propias universidades y docentes como refiere Ruiz (2013) así como (López, 2006; Miklos y Tello, 2010), en especial para asegurar profesionales competentes e involucrados con la problemática mundial según (Gutiérrez, 2007; Mojica y Trujillo, 2005; Flynn y Vredevoogd, 2010). La formación de ingenieros debe ser complementada con software de especialidad como refiere Pérez (2017), por ello es válido la investigación en uso de tecnologías y software de aplicación para aprovechar sus ventajas y estudiar las desventajas con el fin de superarlas continuamente como refiere Díaz (2015) y Avalos (2019).

La implicancia de la tecnología en el aprendizaje según Zapata (2015), Siemens y Weller, (2011), radica en que los factores inciden en la forma de generar aprendizaje y conocimientos, no es solo el sujeto única fuente de saber, sino que su relación con la tecnología y sistemas informáticos posibilita mayores y profundos conocimiento al conjuncionar muchos criterios, vincular fuentes de información, usar máquinas, desear mayor conocimiento, aprendizaje autónomo y continuo, así como el carácter conectivista del aprender continuo que requiere el conocimiento, Gutiérrez (2012) sugiere que el Conectivismo aporta considerablemente a la generación de aprendizajes y estructuras cognitivas duraderas, como expresa también Jimenez-Narvaez, (2005) al considerar a la capacidad tecnológica una cualidad a aprender continuamente y modo innovador, García, Castellanos y Monroy (2008) menciona que las capacidades al usar la tecnología de forma individual genera beneficios en las organizaciones y por ende de los países.

Los softwares educativos genéricamente son programas informáticos (aplicaciones especiales) que coadyuvan en la instrucción bajo un sistema, son de naturaleza pedagógica de ayuda didáctica que persigue la concreción de conocimientos y aprendizajes desde el uso de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, usando las redes y computadora como base así como un entorno y uso amigable interactuando con el usuario según Castro (2008). Los componentes básicos son el sistema input/output, que administra la interactividad con el usuario, la base de datos de contenido organizada, y el motor de gestión del ordenador y sus respuestas en

comunicación con el usuario, según Anaya y Hernández (2009). El laboratorio de matrices “Matlab” es un software matemático con lenguaje de programación estándar superior para cálculo, simulación, visualización, donde su elemento básico es la matriz que posibilita el enunciado y resolución de problemas de distinta naturaleza gracias a su librería y herramientas, según refiere Chapra y Canale (2007), Reinoso y Paya (2018) y Moore (2018).

En la ingeniería de alimentos es útil los procesos de refrigeración y cocción para su almacenamiento y cocción así asegurar un consumo sano, procurando su calidad nutricional y seguridad higiénica como indican Incropera y De Witt (1996), Ibarz (2005), estos procesos de transferencia al incrementar o reducir el calor en contacto pueden ser por convección, conducción, radiación y otros que se inician en su membrana protectora inicial y continúan en su interior, las cuales son guiadas por sus propiedades termofísicas como la difusividad térmica, la conductividad térmica, la densidad y el calor específico, que tienen relación con su composición química y física interna así como el medio o fluido que proporciona calor y la temperatura del medio exterior como sugiere Purlis y Salvadori (2007), los cambios generados por el calor pueden ser beneficiosas como la mejora de las propiedades sensoriales en la cocción o la conservación de su vida útil como sugiere Toledo (2002), los cálculos para predecir tiempo de calentamiento y enfriamiento así como condiciones internas son útiles para la industria alimentaria, la cual se requiere para evitar gastos energéticos y pérdida de propiedades nutritivas en los alimentos y que los estudiantes de ingeniería agroindustrial los necesitan como sugiere Brennan, Cowell y Lylli (1999).

La transferencia de calor como fenómeno que se estudia en la ingeniería de alimentos sigue el comportamiento de las ecuaciones diferenciales parciales que se encuentran en la Toolbox PDE de matlab (Chapra y Canale, 2007) y su aplicación es también reportada por Garza, Ramírez y Acosta (2013), que aplicando matlab en sesiones de transferencia de calor de manera satisfactoria con el entendimiento y resolución de situaciones problemáticas contribuyendo al aprendizaje por competencias y mejor disposición a la indagación de los conceptos teóricos que tienen su base en la Toolbox con el método de los elementos finitos (MEF), la ecuación de conducción de calor como sugiere Álvarez (2007) que en su estudio utilizó la PDE de la Toolbox, para hacer cálculos de distribución de calor conforme se incrementa la temperatura exterior y su transferencia al medio interior. Este mismo fenómeno en los alimentos se requiere en su cocción y refrigeración, para poder alargar su vida útil, mejorar aspectos sensoriales e incluso nutricionales, así como para su comercialización y almacenamiento como refiere Salvatierra (2019), López y Valencia (2016), (Barros Bastidas & Turpo Gebera, 2017).

Bermúdez y Osorio, (2009) reporta en su estudio sobre la sensación de confort en el curso de transferencia de calor, con el uso de simulador de software para procesos, indicando que este entorno propicio la participación coadyuvando a la labor docente, esta característica subjetiva tiene aportes al hallazgo Asis (2015) quien concluye en su trabajo sobre la influencia del matlab en el rendimiento académico en estudiantes de la Universidad de Ciencias y Humanidades, esta es favorable en temas de polinomios, funciones y gráficas, la cual se evidencia con la diferencia estadística mayor en la calificación del grupo experimental sobre el control al concluir el estudio, con lo cual se aproximó al logro de competencias matemáticas, computaciones y estratégicas como menciona Lago y Ospina (2015), Rico (2005), Pérez, Ramón y Sánchez (2000).

Cabello (2013), al usar matlab para mejorar el nivel académico de los estudiantes en la asignatura de análisis numérico, menciona que el manejo continuo del software mejora significativamente el nivel de aprendizaje y rendimiento académico, basado en el reporte de ambos grupos de estudio, adicionando el factor motivacional por el uso de equipos computacionales. Los hallazgos de Infante (2014), evidencia que el uso de laboratorios virtuales que contiene a los software de aplicación, el cual aplicado como blended-learning tiene un gran potencial futuro además de constituir estrategias innovadoras para mejorar el aprendizaje, en esa misma línea la utilidad de la herramienta de matlab indicada por Carapaz (2015), es una propuesta módulo didáctico que facilite su enseñanza-aprendizaje, su observación inicial mostro un desconocimiento del Matlab y sus aplicaciones, el uso del módulo genero condiciones favorables a estudiantes y docentes generando un dominio progresivo más notorio en docentes de la carrera de física y matemática, al igual que Ayala, (2016) refiere mejoras de aprendizaje en estudiantes universitarios al usar la simulación del matlab y que los docentes mejoraron sus representaciones e instrucción con su uso.

Mejorar el rendimiento académico o nivel de suficiencia es un propósito del propio sistema educativo y parte de su autoevaluación continua, desde la observación de un déficit en el rendimiento a causa de no entender bien las situaciones matemáticas y de ingeniería, el uso del matlab y otros softwares de matemática reporta mejoras en este sentido como Campos (2014) refiere una correlación directa débil de 0.278 entre rendimiento académico y software; Fernández-Escobar (2018) señala que los estudiantes que indican la carrera de ingeniería civil tuvieron mejoras en aprendizajes de vectores y geometría analítica con el uso de software, (Fernández, 2019) menciona de una correlación directa moderada $r=0.388$ entre el rendimiento académico y uso de matlab en análisis matemático para universitarios al 95% de confianza en una universidad del norte del Perú, logrando el incremento del resultado de aprendizaje en el grupo de estudio, Ríos (1998) incluso refiere que los estudiantes pueden realizar conjeturas e hipótesis de manera autónoma y sistemática cuando logran el entendimiento de las herramientas informáticas del software.

La docencia universitaria para formar ingenieros utiliza una serie de herramientas didácticas entre ellas el uso de software genérico y específico con el fin de explicar y argumentar conceptos y aplicaciones, como indica Figueroa (2017) al usar matlab se influyó significativamente en la mejora de los aprendizajes de ecuaciones no lineales con evidencia estadística al 95% de confianza., en la misma línea que Flores (2012) sugiere la importancia de utilizar medios informáticos para mejorar el aprendizaje en matemáticas en todo nivel y especialmente universitario, García (2011) reporta el hallazgo de haber mejorado el nivel de aprendizaje cognitivo y la sensación de agrado afectivo al utilizar geogebra en estudiantes de nivel secundario, Pernalet (2010), al identificar el desconocimiento de los docentes del uso estratégico del Matlab propuso instrumentos de aplicación mejorando el nivel de enseñanza y percepción del aprendizaje en estudiantes de manera significativa en la misma línea que Condori (2016) y Pizarro (2009) reportando mejoras en el curso de cálculo numérico.

El uso de ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones en matlab, la menciona Quiroz (2018) menciona que debido a un deficiente rendimiento en el tema de ecuaciones diferenciales, se propuso el uso del software matlab el cual produjo en el grupo control la mejora de nociones

conceptuales y procedimentales al facilitar la identificación de datos, la organización de estrategias, y la interpretación, logrando en global mejorar el nivel académico de estudiantes en la carrera de matemática computacional, Gualano, Portem y Porta (2015) dicen que el uso de matlab con estudiantes de ingeniería agrobiotecnológica en modelamiento de situaciones biológicas que usan ecuaciones diferenciales y otros modelos se obtuvo un buen resultado desde la motivación, el entendimiento y el análisis posterior, rescatando la flexibilidad de matlab y posible extensión al mercado laboral, como también lo refieren Hein y Salett (2006), Canizales (2020) indica que las herramientas computacionales influyen adecuadamente en la postura de los estudiantes hacia la investigación y que los conceptos matemáticos pueden ser captados más rápidamente.

En el estudio de Chiguala (2019) al determinar la influencia del uso del software matlab en el aprendizaje significativo en estudiantes universitarios del curso de Física II en los contenidos de electricidad y magnetismo, concluyendo que en el grupo control y en la prueba pos test el promedio fue mayor que en la prueba pre test, por consiguiente el uso del matlab fue favorable. También la aplicación del Matlab en líneas específicas de ingeniería es portada como favorable por Taipe (2019), porque en el grupo control y experimental hay diferencias significativas, llegando al 9% para un nivel muy bueno en el grupo de aplicación, empoderando las nociones de vectores y cinemática, así mismo Gutiérrez-Tirado (2019) refiere una significancia positiva en el uso del software en los cognitivo, en los procedimientos y en las actitudes hacia el trabajo por estudiantes universitarios en el cálculo integral así como una progresiva adaptabilidad como estrategia para un dominio sistematizado, como también lo indica Surichaqui, Ramírez y Mercado (2020).

Los efectos positivos son mostrados comúnmente con estudiantes universitarios en carreras de ciencias como lo indica Delgado (2019), en su estudio con estudiantes de ingeniería donde el rendimiento se incrementó en la prueba pos test del grupo experimental por tal la evidencia estadística indica una mejora del aprendizaje a un nivel de confianza del 95%, en analogía con Ramírez y Soplín (2017), cuyo objetivo fue saber la influencia del software en la enseñanza y aprendizaje de matemática en universitarios de ingeniería de sistemas, reportando que influyen significativamente sobre el grupo de estudio con $p=0.00<0.05$, estos resultados son concordantes con los hallazgos de Huaman (2020) que reporta correlación significativa $\rho=0.579$ a $p=0.00<0.05$, entre el uso del matlab con el aprendizaje de la integral definida, refrendado también por Lema (2018), quien trabajó con la simulación dinámica en la que los estudiantes pudieron interactuar virtualmente con entornos próximos a la realidad siendo muy significativos sus aprendizajes y logros al usar matlab y sus herramientas.

En cuanto a aplicaciones específicas sobre conocimientos dificultosos se tienen los estudios que señalan logros en su aplicación como Rodríguez y Bory (2019) que reporta el uso de matlab en estudiantes de ingeniería biotecnológica en su mejora de las prácticas de cinética enzimática ya que Matlab puede ejecutar órdenes y gráficas en paralelo con eficiencia, logrando la abstracción de ideas científicas y procesos complejos a nivel celular, al igual que López, Lora, Abad y Torregrosa (2015) que plantean el uso de matlab como eje integrador de las asignaturas de ingeniería química como proyecto innovador debido a sus cualidades de programación de modelos matemáticos en la simulación de procesos químicos en estudio, en similitud a la propuesta de Ávila (2008) que utilizó matlab para el control de procesos en carreras de

ingeniería resultando favorable las herramientas de modelación así como la plataforma grafica lo que permitió a los estudiantes internalizar conceptos y procedimientos, que pueden alcanzar según el cono de Dale experiencias cuasi directas favorables (Naupari, Hernández, & Saxa, 2010). Existen dificultades asociadas al uso del matlab con fines de aprendizaje, de acuerdo al ritmo y estilo propio de cada estudiante como refiere Castro y Guzmán de Castro (2005). Si el docente no está capacitado es difícil un proceso de instruccional adecuado Cantareli (2002), emprender el uso de software implica dejar ciertas costumbre de lápiz y papel y se requiere nuevas estructuras de diseño tanto mentales como logísticas Dede (2002) y Guadez (2005), desde el planteamiento del programa matlab requiere una organización lógica y sistémica en algunos casos difíciles de encontrar en personas distraídas o que pierden la concentración Echevarria (2020), la dificultad de la propia programación de forma gradual y con códigos y syntaxs Martínez del Rio (2015), otra dificultad reportada es la incertidumbre de la posibilidad de resultados que resulta en fuera de un contexto real Rey, Flores y Vargas (2009), una dificultad muy acentuada es su poca utilidad si no se tiene los conocimientos teóricos de fundamento del tema en aplicación se requiere el entendimiento matemático suficiente según Molina, Gómez y Labarta (2017).

Una dificultad para el uso de matlab en el logro de conocimientos en especial de ingeniería es el considerado por Vicens (2012) con referencia al sistema de algoritmos y la caja negra que oscurece los procedimientos de cálculo interno y a los cuales el estudiante no puede acceder tornando los cálculos en rutinas que solo acepta y no cuestiona, Fernández y Andrada (2000) indican que el sistema algorítmico es una dificultad inicial que debe ser superada necesariamente caso contrario no augura éxito, como corrobora Cardona, Jhon y Ustariz, (2020) que sugiere un tratamiento de softwares cuando ya se tenga los conocimientos teóricos de fundamento en los procedimientos de aplicación en lo que son usados. Cardona, Fombuena y Domínguez (2021) basan la dificultad en el entendimiento de las soluciones numéricas frente a las analíticas especialmente con los métodos de elementos finitos y volúmenes finitos, especialmente en fenómenos de transporte en los cuales se encuentra la transferencia de calor en alimentos como menciona Singh, Pratap y Ramaswamy (2015).

El problema que surge en estudiantes universitarios al no poder entender las nociones matemáticas asociadas a fenómenos físicos son referenciadas por (Amurrio, 2011), (Asis, 2015), (Cabello, 2013), (Carapaz, 2015), (Figueroa, 2017), (Ramírez & Soplin, 2017), en especial en la transferencia de calor como indica (Castañeda & Díaz, 2020) el problema con el entendimiento de la metodología de los elementos finitos. Huamanyauri (2020) menciona que los estudiantes universitarios no logran relacionar los conocimientos teóricos matemáticos con fenómenos naturales a su alcance debido a que no existen recurso que los acerquen ni estrategias que permitan dicho acercamiento, o que estos se ven limitados a ciertas condiciones, por ello es esencial encontrar espacios para desarrollar teórica y practica en paralelo y así lograr aprendizajes significativos que requieren los futuros ingenieros. Esta realidad no es ajena a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco en su escuela profesional de ingeniería agroindustrial, donde es el aprendizaje de la transferencia de calor por métodos numéricos no es conveniente e incluso resulta distorsionado, observándose este comportamiento por tres semestres consecutivos. Toda la problemática expuesta nos ha llevado a cuestionarnos cuál sería el resultado de la aplicación de una herramienta computacional como el Matlab en las

sesiones de clase para el tema de transferencia de calor en los estudiantes de ingeniería agroindustrial.

Con referencia a una situación problema, el objetivo del estudio fue determinar la influencia del uso de matlab en el aprendizaje de la transferencia de calor en alimentos en estudiantes de ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Se propuso el uso de la Toolbox PDE partiel ecuation diferencial y la metodología de los elementos finitos para el estudio y modelación de la transferencia de calor en estado estacionario y no estacionario de alimentos, sin necesidad de programar, previo a dos sesiones base de manuales de aplicación y desarrollo de elementos finitos en transferencia de calor, de material impreso tipo separatas y otros medios audiovisuales de instrucción autónoma, que a la vez motivaron la participación de los estudiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Es estudio es de tipo básico conforme a Ñaupas (2013) y Mejía (2008) por que se desarrolla en un marco teórico y sigue su constructo teórico al brindar nuevo conocimiento científico, como también lo afirma conforme a Charaja y Portillo (2010).

La naturaleza de su enfoque es cuantitativo y cualitativo por que se organiza y enuncia información en base a datos numéricos y se postulan conjeturas para confirmarlas o refutarlas como alcances cualitativos, según refiere Hernández, Fernández y Baptista, (2010), y sigue el método hipotético-deductivo que propone Bernal (2016) por que se plantea una hipótesis la cual debe ser verificada o negada por métodos deductivos. El tipo es correlacional por que determina el grado de relación entre variables en este caso el aprendizaje de transferencia de calor y el uso del software matlab con un estadístico de referencia como la t de student así sugiere Bernal (2016). y (Naupas, Mejía, Novoa, & Villagomez, 2014),

En cuanto al diseño de investigación es cuasi-experimental por que se manipula intencionalmente una sola variable en este caso la aplicación del software matlab como variable independiente, se formaron dos grupos uno de control (GC) y otro grupo experimental (GE), a los que se aplicó la prueba pre test y pos test, en el (GE) se manipulo la variable sometiéndolos al uso del software matlab en concordancia a lo sugerido por (Balluerka, Vergara, & Arnau, 2002), que se aprecia en la tabla I.

Tabla I.- Diseño de Investigación

	Pre test	Tratamiento	Pos test
Grupo Experimental	O1	X	O2
Grupo Control	O3	--	O4

Nota: elaboración propia en base a (Bono, 2015).

Donde:

O1 y O3: son pruebas del pre test en ambos grupos.

X: es la variable independiente de experimentación.

O2 y O4: son pruebas del pos test en ambos grupos

Para la investigación se utilizó como material experimental la Toolbox PDE de matlab y su aplicación GUI, para el desarrollo en interfaz de usuario.

La población en concordancia con (Bernal, 2016) lo constituyen el total de estudiantes que cursaron la universidad en el semestre 2019-II y que llevaron el curso de Operaciones Unitarias constituidos por 18 estudiantes correspondiendo a una población de “sujetos-tipo” conforme a (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), seleccionándose dos grupos de nueve estudiantes cada uno para el control y experimental, la selección de la muestra fue no probabilística por conveniencia y la selección de los estudiantes para los grupos fue por “criterio-juicio”, definido por el investigador conforme a (Sierra-Bravo, 2007)

En el grupo experimental se realizó seis sesiones con el uso del software matlab para el tema de transferencia de calor en estado estacionario y no estacionario en alimentos, se ejecutaron sesiones previas de manejo de comandos y herramientas, aplicación de solución a situaciones problemáticas tipo y prácticas de desarrollo autónomo, mientras que el grupo control se desarrolló el mismo tema de manera tradicional con soluciones analíticas usando la pizarra, los textos y cuadernos.

La técnica usada fue el test tipo y el instrumento la prueba escrita con cinco situaciones problemáticas tipo que involucran la transferencia de calor, (Geankoplis, 2006), (Cengel-Yunus, 2007), (Singh & Heldman, 2014), (Ateba & Mittal, 1994), e, (Ibarz, 2005), con aspectos cognitivos, procedimentales e indirectamente aspectos actitudinales referidos a perfil de temperaturas en cocción y refrigeración de alimentos con sus propiedades y situaciones de incertidumbre para su resolución y planteamiento de casos que promovieron la toma de decisiones.

El resultado de las pruebas escritas fueron calificaciones numéricas que cuantificaron la comprensión y aplicación de la temática de transferencia de calor en alimentos, la utilidad de estos datos es reportada por Reynozo y Méndez-Luevano (2018), Reyes (2002), para el presente estudio se adaptó las puntuaciones conforme a (Reyes-Murillo, 2000), I (CNEB, 2017) y (Castejon, 2002) obteniendo la tabla 2.

Tabla 2.- Puntuaciones para las pruebas y niveles de logro.

Puntuaciones	Nivel de logro
0-10	“En inicio”
11-14	“En proceso”
15-17	“Logrado”
18-20	“Logro destacado”

Nota: adaptado de (Reyes-Murillo, 2000) y (CNEB, 2017).

Según la hipótesis inicial de investigación que indica que existe diferencia significativa en las calificaciones medias del grupo de estudio, esta será evaluada con el estadístico t de student, ya que es una prueba estándar pertinente para comprar las medidas de dos grupos de acuerdo a Sánchez (2015), para el tratamiento estadístico descriptivo e inferencial se usó el software statgraphics centurion XV©.

La valides del instrumento se realizó de acuerdo al coeficiente de correlación de la prueba escrita y un criterio externo al mismo, conforme a lo descrito por Carretero y Pérez (2005), Cruz y Martínez (2012).

RESULTADOS

En la aplicación del pre test para los dos grupos de estudio tenemos.

Tabla 3. Estadísticas del pre test en ambos grupos.

Indicador	GC-Pre test	GE-Pre test
Recuento	9	9
Promedio	11.4222	11.3667
Desviación Estándar	1.6821	1.55161
Coeficiente de Variación	14.7265%	13.6505%
Rango	5.0	4.7
Sesgo estandarizado	0.7538	0.8673

Nota: resultados obtenidos del Statgraphics Centurión XV.

De acuerdo a la tabla 2, el valor del sesgo estandarizado indica una distribución, la diferencia en las puntuaciones de los promedios es de 55 milésimas, ambos grupos se están en la escala de logro “en proceso”, el coeficiente de variación es ligeramente superior en el grupo control. Al comparar las medias con la prueba-t, del grupo control 11.4222 +/- 1.292; y del grupo experimental: 11.3667 +/- 1.192, con alfa=0.05. Siendo la hipótesis nula que ambas medias son similares y la alterna que son distintas, asumiendo varianzas iguales se tiene: $t = 0.07282$ y $p\text{-valué} = 0.942844$, siendo $p > 0.05$ aceptamos la hipótesis nula y por lo tanto las medias de los dos grupos son estadísticamente similares, como se muestra en la figura 1.

Gráfico Caja y Bigotes

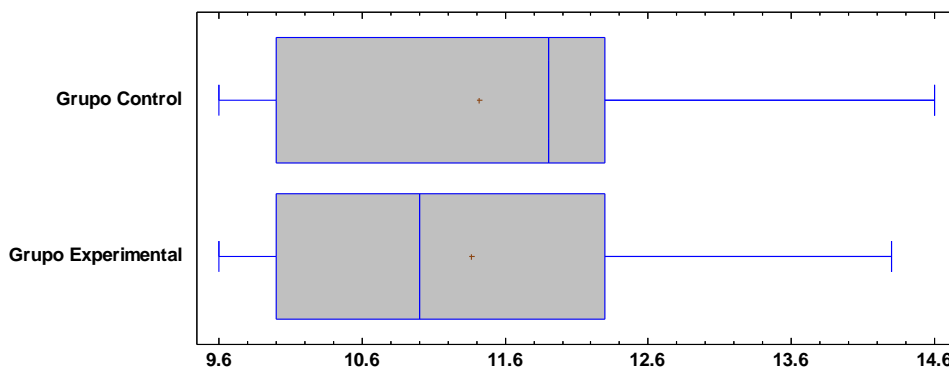


Figura 1. Gráfico de Caja y bigote para las puntuaciones en la pre prueba para los dos grupos. Nota: resultados obtenidos del Statgraphics Centurión XV.

Según la figura 1, se aprecia la similitud de ubicación de la media en ambos grupos.

Tabla 4. Estadísticas del pos test de los dos grupos.

Indicador	GC-Pos test	GE-Pos test
Recuento	9	9
Promedio	13.5333	15.7444
Desviación Estándar	1.57639	1.267
Coefficiente de Variación	11.6482%	8.04725%
Rango	5.0	3.7
Sesgo Estandarizado	0.858354	0.893733

Nota: resultados obtenidos del Statgraphics Centurión XV.

Conforme a la tabla 3 el valor del sesgo estandarizado indica que los datos provienen de una distribución normal, la diferencia de puntuaciones medias es de 2.211 puntos, con mayor puntuación el grupo de estudio (15.744), tiene importancia su bajo coeficiente de variación de 8.04%, el grupo control y experimental tienen una escala de logro “en proceso” y “logrado”, respectivamente. Las diferencias pueden apreciarse en la figura 2.

Gráfico Caja y Bigotes

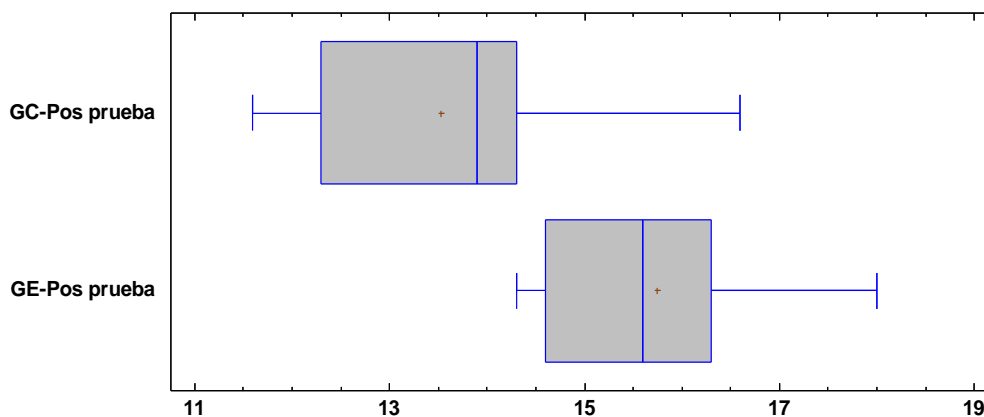


Figura 2. Gráfico de Caja y bigote para las puntuaciones en el pos test para los dos grupos.
 Nota: resultados obtenidos del Statgraphics Centurión XV.

De la figura 2, se distingue que en la pos prueba del grupo experimental donde se aplicó el Matlab para el aprendizaje de la transferencia de calor, la caja de puntuaciones está más a la derecha significando mayor nivel de logro de aprendizaje, la ubicación de las medias puntuales se diferencia de 13.53 a 15.74, también hay más concentración de datos en el grupo de estudio, con 1.26 de desviación estándar.

El resultado para la contrastación de hipótesis al 95% de confianza entre las medias puntuacionales del pos test o pos prueba en ambos grupos, con la prueba-t de student en la comparación de medias, tenemos las hipótesis:

- H0: media pos test GC = media pos test GE, ambas medias son iguales.
- Ha: media pos test GC < media pos test GE, la prueba de salida es mayor en el GE.
- t = -5.4556; p-value = 0.00000213305

Teniendo $p < 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula ($\alpha = 0.05$) y aceptamos la hipótesis alterna de investigación, teniendo evidencia estadística que el uso del programa Matlab influye en el nivel de logro del aprendizaje de la transferencia de calor en los estudiantes universitarios.

El resultado de mayor consistencia para argumentar el objetivo alcanzado se encuentra en los del grupo experimental en el pre y pos test, mostrado en la tabla 5.

Tabla 5. Estadísticas de la pre y pos test, para el grupo experimental

Indicador	GE-Pre test	GE-Pos test
Recuento	9	9
Promedio	11.3667	15.7444
Desviación Estándar	1.55161	1.267
Coefficiente de Variación	13.6505%	8.04725%
Rango	4.7	3.7
Sesgo Estandarizado	0.867393	0.893733

Nota: resultados obtenidos del Statgraphics Centurión XV.

En la tabla 5, el valor del sesgo estandarizado indica que los datos provienen de una distribución normal, la diferencia de puntuación entre la prueba pre y post en el grupo de estudio es de 4.378 puntos, lo que indica una mejora en la escala de logro desde el nivel “en proceso” a “logrado”, como se aprecia en la figura 3 donde las cajas están diferenciadas, estando más cercanas en puntuación en la prueba pos test, con un rango agrupado de 3.7, y los promedios de puntuaciones totalmente diferenciadas de 11.36 a 15.74 del pre y post test respectivamente.

Gráfico Caja y Bigotes

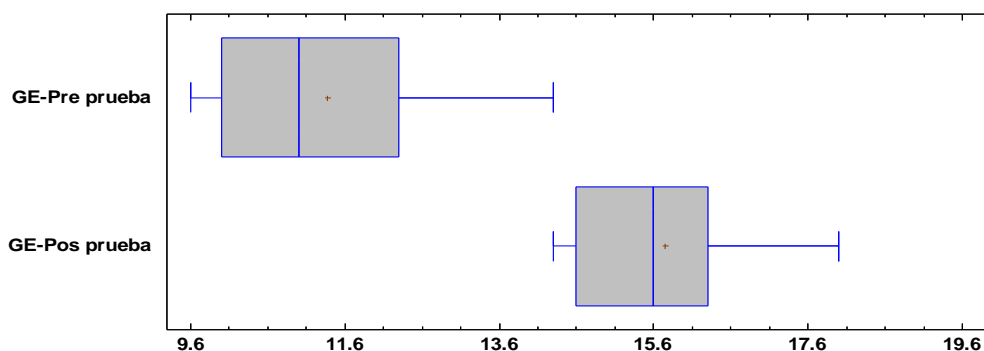


Figura 3. Gráfico de caja y bigote para las puntuaciones de pre y pos test del grupo experimental.

Nota: resultados obtenidos del Statgraphics Centurión XV.

El número de estudiantes que pudieron mejorar su aprendizaje y consiguientemente su nivel de logro académico con la aplicación del software Matlab en las sesiones de clase, se aprecian en la figura 4.

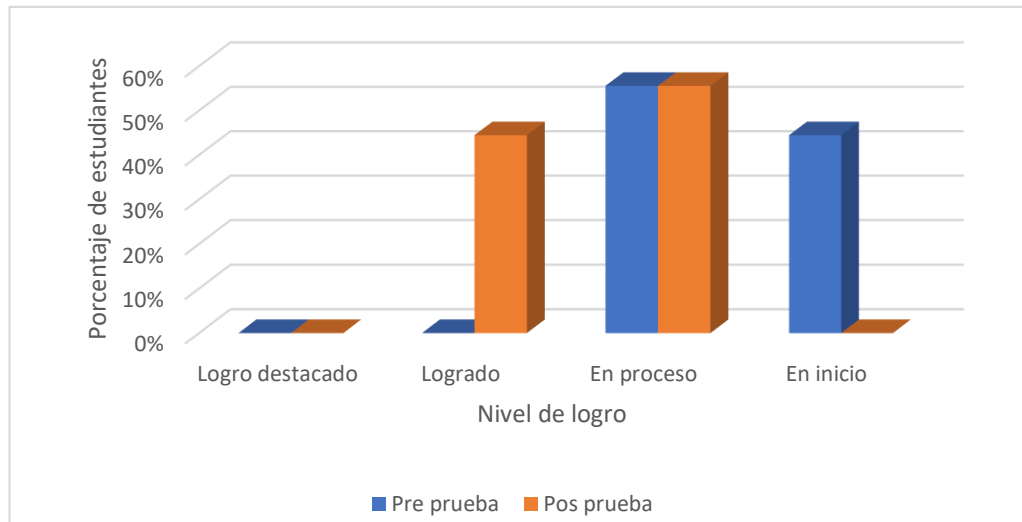


Figura 4. Nivel de logro para la pre y pos test en el grupo experimental.

Nota: elaborado con la base de datos en Excel.

De la figura 4 observamos que las columnas azules del pre test o pre prueba fueron mejoradas desde “en inicio” hasta “logrado”, también es notorio que nadie alcanza el nivel “logro destacado”.

El resultado para la contrastación de hipótesis al 95% de confianza entre las medias puntuacionales de pre y pos test en el grupo de estudio experimental, con la prueba-t de student en la comparación de medias, tenemos las hipótesis:

H₀: media pre test = media ´pos test, ambas medias son iguales.

H_a: media pre test < media pos test, la prueba de salida es mayor que la prueba de inicio.

t = -6.5562 p-valor = 0.00000330581

Teniendo $p < 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula ($\alpha = 0.05$) y aceptamos la hipótesis alterna de investigación, teniendo evidencia estadística que el uso del programa Matlab influye en el nivel de logro del aprendizaje de la transferencia de calor en los estudiantes universitarios.

DISCUSIÓN

El resultado del estudio verifica la conjetura inicial sobre la influencia positiva del uso del software Matlab en el aprendizaje del tema de transferencia de calor en alimentos en estudiantes universitarios de la asignatura de Operaciones Unitarias I, de la escuela profesional de ingeniería

agroindustrial en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Diversos estudios muestran analogías con el hallazgo de la presente investigación, primero desde el uso de software como recurso pedagógico y didáctico útil como afirma Artigue (2004), Williner (2016), así como su potencial de recurso a disponibilidad de la imaginación y creatividad como indica Castillo (2008), Contreras de la Fuente, Font, García, Luque y Marcolini (2005), en estudiantes de todo nivel y en particular en educación superior como señala Pernalette (2016) en matemática I se distingue la diferencia entre el grupo control y experimental siendo este último el que mostro mejor resultado de aprendizaje, como también lo sugiere Fernández (2019).

La influencia positiva del uso del software en clases de ciencias y matemática es reportada por Chiguala (2019) que evidencia de manera estadística la mejora del rendimiento en la asignatura de Física en estudiantes universitarios, en temas específicos como las ecuaciones diferenciales parciales Ríos, Mollinedo y Quispitupa (2017) teniendo resultados favorables en la capacidad de razonamiento y demostración con un incremento de 5.375 puntos con $p < 0.05$, así como en la capacidad de inferencia matemática. Como Taipe (2019) que indica al utilizar el Matlab constato con evidencia estadística una diferencia significativa en la prueba de salida para el grupo experimental y de control para el contenido de cinemática lineal de una partícula, teniendo un mayor rendimiento académico el grupo experimental. Al igual que Carapaz (2015) reporta un hallazgo positivo en el uso del matlab en estudiantes de física y matemática con resultados de aprendizaje incrementados en los estudiantes que llevaron el programa experimental.

En la misma línea de contribución al aprendizaje y el rendimiento académico Vergara y Romero (2016) usaron el software como una herramienta computacional que apoyara el aprendizaje del álgebra lineal consiguiendo resultados favorables en las actitudes de los estudiantes hacia el estudio, encontrando aspectos esenciales dentro de los algoritmos de cálculo, sugiriendo que se haga un uso masificado en todas las áreas de matemática, al igual que Rosales (2010) que reporta el uso de matlab en la enseñanza y aprendizaje de ecuaciones lineales geométricas para ingeniería, siendo muy complejo el tema fue posible abstraer conceptos y procedimientos gracias al uso del software reportándose un 70% de aprobación con una nota mayor a 3 en el sistema universitario Colombiano, lo cual corrobora con Avilés y Vergara (2016) en su reporte sobre el uso del matlab como herramienta para tópicos de algebra lineal indica que en las pruebas finales se evidencia una mejora de los rendimientos en los estudiantes que fueron tratados con el software matlab.

El estudio tiene concordancia con el hallazgo de Asis (2015) quien reporta con evidencia estadística la influencia significativa con el uso del matlab sobre el aprendizaje de matemática I en los temas de polinomios, funciones gráficas y ecuaciones cuadráticas. Resulta importante coincidir con Jara (2009) y Humberto (2010) por sus conclusiones que genera mayores capacidades para la resolución de problemas que es lo deseable en futuros ingenieros que encontraran situación problemáticas en su ejercicio profesional y que tiene total concordancia con lo que busca el (CNEB, 2017). Al igual que concuerda con Hernández (2019) que en su estudio sobre una propuesta académica del uso del matlab y minitab para desterrar la matemática abstracta, reporta logro de competencias matemáticas en estudiantes así como trabajo colaborativo. Así como también en estudiantes con problemas como indica Surichaqui, Ramírez y Mercado (2020) que reportan una influencia con la aplicación del matlab en estudiantes con repitencia que pudieron lograr un mejor rendimiento académico con el uso del software.

Conforme a los resultados de la presente investigación para el resultado de la pos prueba luego de aplicar el recurso del uso del software se evidencia estadísticamente al 95% de confianza una mejora en la puntuación, lo cual eleva el nivel de logro de capacidades y competencias útiles para la formación de los estudiantes, que es concordante con Quiroz (2018) que en su estudio de los efectos del matlab en el rendimiento académico en estudiantes de matemática reporta que se evidencia una mejora (prueba-t de student con $p=.000$) en el rendimiento académico para la resolución de ecuaciones diferenciales), que puede explicarse desde la teoría del aprendizaje digital de acuerdo a (Siemens & Weller, 2011) que propician un dialogo y debate donde el docente orienta y acompaña la formación de los estudiantes así como lo sugiere también Lago y Ospina (2015), Condori (2016), Corriera y Bozuti (2017).

Por el tratamiento del contenido especializado para la carrera de ingeniería agroindustrial, también se reporta diversidad de temas desde la modelación matemática de fenómenos para diversos temas con el uso de matlab como indica Gualano, Portem y Porta (2015) en su estudio sobre modelamiento de problemas con origen biológico con el uso de ecuaciones diferenciales con métodos simbólicos y numéricos, extendiendo las capacidades y competencias desde el cálculo al razonamiento y toma de decisiones como sugiere Vilchez (2007), Candelas y Sánchez (2005), prestándose favorablemente el software matlab en modelación de fenómenos a referencia de Shanpine y Thompson (2001), Shampine y Reichelt (1997). En cuanto a la dificultad desde el manejo comprensivo de los algoritmos, los estudiantes en la presente investigación condujeron su curiosidad e interés desde la formación continua del docente evitando caer en discusiones sobre la caja negra del sistema interno como indica Belengundu (2005) y Vicens (2012) que en su estudio sobre la propuesta metodológica para el uso del matlab sugiere un manejo adecuado desde la teoría y procedimiento de cálculo según las condiciones de la situación problemática.

En el tema específico de la transferencia de calor, los estudiantes pudieron abstraer conceptos desde la modelación con matlab. Lo cual facilito el procedimiento para entender la fenomenología con los alimentos, así lo corrobora Garza, Ramírez y Acosta (2013) en su estudio de la aplicación del matlab en transferencia de calor reporta un cálculo más eficiente desde el entorno algebraico y gráfico, logrando que los estudiantes involucrados en el estudio tengan mejores competencias sobre el tema de transferencia de calor.

El estudio también tiene analogía a los hallazgos de Mogrovejo (2017), en su estudio sobre uso de matlab en estudiantes de ingeniería civil reporta que el uso de Matlab influye significativamente en el aprovechamiento académico en ecuaciones diferenciales del curso Métodos Numéricos, según la prueba t-student al 95% de confianza que el uso de Matlab influye significativamente en el aprendizaje académico (valor-P = 0,00), en la misma línea Pizarro (2009) en su estudio del uso de tecnología de software con lo métodos numéricos reporta un resultado favorable con la aprobación del 83% de estudiantes gracias al uso del matlab, en analogía a estudios de Amurrio (2011) y Asis (2015). Los estudiantes mostraron un interés por el tema en estudio y motivación hacia el uso de materiales tecnológicos como el software matlab, debido a que les resulta más manejable y encontraron un entorno familiar con el uso actual de la tecnología, según López, Lora, Abad y Torregrosa (2015) el uso de recursos tecnológicos favorece las relaciones en el aula, según López (2013), en su estudio sobre actitudes de estudiantes de ingeniería por el uso de la tecnología en matemática, al describir las tendencias de la actitudes de los estudiantes

mostrando mayoritariamente una actitud de aceptación y conformidad con el uso de tecnologías como softwares en concordancia con Gilda (2006), (Gamboa et al., 2019).

CONCLUSIONES

En el pre test, las medias de puntuación entre el grupo control y experimental fueron de 11.422 y 11.366 respectivamente, aplicada la prueba t-estudent ambas medias son estadísticamente similares al 95% de confianza, concluyendo que ambos grupos están en el nivel de logro “en proceso”, además de ser completamente homogéneos condición necesaria para el inicio de la prueba cuasi experimental.

En la prueba de pos test en ambos grupos con resultados de 13.533 y 15.744 para el grupo control y experimental con nivel de logro “en proceso” y “logrado” respectivamente, con menor rango en el grupo de estudio, según la prueba t-estudent con $p < 0.05$ hay evidencia estadística de que la media del grupo experimental es mayor a la del grupo control, por consiguiente el uso del software matlab influye en el nivel de logro del aprendizaje de transferencia de calor en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial.

El resultado de la pre y post prueba en el grupo experimental tiene las medias de 11.36; 15.74 y los niveles de logro “en proceso” y “logrado” respectivamente, la aplicación del matlab influyo positivamente en el aprendizaje de la transferencia, según evidencia estadística de la prueba t-estudent al 95% de confianza.

El uso del software matemático matlab influye en el aprendizaje del tema de transferencia de calor en los estudiantes de la asignatura de Operaciones Unitarias, en futuros ingenieros agroindustriales.

REFERENCIAS

- Álvarez, C. (2007). Aplicación de la ecuación de conducción de calor sobre un rodamiento de bolas usando la herramienta PDE de matlab. *Scientia et Technica*, 249-254.
- Amurrio, D. (2011). Aplicaciones de ecuaciones diferenciales parciales a problemas de transferencia de calor. *Acta Nova*, 5(1), 186-2020. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v5n1/v5n1a10.pdf>
- Anaya, S., & Hernández, U. (2009). Los materiales educativos computarizados MEC en la era de las redes sociales. Quinto encuentro en línea de educación cultura y software libre (págs. 103-123). Lima-Perú: EDUSOL.
- Artigue, M. (2004). Problemas y desafíos en educación matemática: Que nos ofrece hoy la didáctica de la matemática para afrontarlos. *Educación Matemática*, 5-28. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/405/40516302.pdf>
- Asís, E. (2015). Aplicación de software matlab como instrumento de enseñanza de matemática I en los estudiantes del I ciclo de la carrera de ingeniería de sistemas de la Universidad de Ciencias y Humanidades. Lima-Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Obtenido de <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/962>

- Ateba, P., & Mittal, G. (1994). Modelling the deep-fat frying of beef meatballs. *International Journal of Food Science and technology*, 429-440.
- Avalos, Y. (2019). Aplicación del software Derive para la mejora del aprendizaje de funciones de varias variables en la asignatura de matemática. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2447/T03010311493M%20%20%20AVALOS%20SIG%C3%9CENZA%20YOLANDA%20ROSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avila, E. (2008). Experiencias en el uso de MATLAB en la enseñanza de la asignatura de instrumentación y control de procesos. *Innovación tecnológica*, 14(1), 21-34.
- Avilés, A., & Vergara, G. (2016). Uso de matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de algunos temas de algebra lineal. *RECME Revista Colombiana de Matemática Educativa*, 11-18. Obtenido de <http://ojs.asocolme.org/index.php/RECME/article/view/164>
- Ayala, m. (2016). El software MATLAB en las simulaciones matemáticas de las tendencias y comportamientos de las variables financieras y económicas en los estudiantes, de la carrera de ingeniería comercial de la universidad técnica de COTOPAXI. Ecuador: Universidad Técnica del Norte Ecuador. Obtenido de <http://rraae.org.ec/record/006302a197396165fa1a538fdf78e25d4f6b>
- Balluerka, N., Vergara, A., & Arnau, J. (2002). *Diseños de Investigación Experimental en psicología: modelos y análisis de los datos con SPSS*. Madrid-España: Prentice Hall.
- Barros Bastidas, C., & Turpo Gebera, O. (2017). La formación en el desarrollo del docente investigador: Una revisión sistemática. *Espacios*, 38(45). <http://www.revistaespacios.com/a17v38n45/I7384511.html>
- Bermúdez, S., & Osorio, D. (2009). Medición de la sensación de confort operativo a estudiantes del curso de transferencia de calor utilizando como mediador didáctico un simulador de software para procesos de transferencia de calor. Santa Fe de Bogotá-Colombia: Universidad nacional Abierta y a Distancia UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2434/02-2014-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la Investigación*. México: Pearson Education.
- Bono, R. (2015). *Diseños cuasi experimentales y longitudinales*. Barcelona: Universidad de Barcelona. Obtenido de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>
- Brennan, J. R., Cowell, N., & Lylli, A. (1999). *Las operaciones de la ingeniería de alimentos*. Zaragoza-España: Edit. Acribia.
- Cabello, J. (2013). Uso del software matlab para mejorar el rendimiento académico de los alumnos del curso de análisis numérico de la facultad de ciencias e ingeniería 2012. Huacho-Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Campos, D. (2014). La relación del software matemático matlab y el taller de reforzamiento con nivel de rendimiento académico de los estudiantes de

- matemática de la facultad de ciencias e ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias e Informática en el ciclo 2013-II. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9083/Campos_fd%20-%20Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Candelas, F., & Sánchez, J. (2005). Recursos didácticos basados en internet para el apoyo a la enseñanza de materias del área de ingeniería de sistemas y automatización. *RIAI*, 93-101.
- Canizales, A. (2020). Herramientas computacionales para el apoyo en la enseñanza aprendizaje de las matemáticas en la unidad de ciencias básicas de la facultad de ingeniería y arquitectura de la universidad de El Salvador. El Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/22564/1/Herramientas%20computacionales%20para%20el%20apoyo%20en%20la%20ense%C3%Blanza%20-aprendizaje%20de%20las%20matem%C3%A1ticas%20en%20la%20Unidad%20de%20Ciencias%20%20B%C3%A1sicas%20de%20la%20Facultad%20de%20Ingenier%C3%>
- Cantareli, M. (2002). Taller de Matemática con calculadora. Gijón-España: Ediciones TREA.
- Carapas, J. (2015). La utilización del software Matlab como herramienta didáctica en el aprendizaje de la matemática, de los estudiantes del quinto semestre de la carrera de Física y Matemática de la FENCYT Universidad técnica del Norte 2013-2014. Ecuador: Universidad Técnica del Norte-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.unt.edu.ec/handle/123456789/4155>
- Cardona, J., Jhon, L., & Ustariz, J. (2020). Modelado matemático de caja blanca y negra en educación e ingeniería. *Formación Universitaria*, 13(6), 105-118. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v13n6/0718-5006-formuniv-13-06-105.pdf>
- Cardona, S., Fombuena, V., & Domínguez, I. (2021). Como obtener con matlab una solución numérica a un problema de balance de energía en régimen estacionario. Valencia-España: Universitaat Politecnica de Valencia.
- Carretero, H., & Pérez, C. (2005). Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. *International Journal of clinical and health Psychology*, 5(3), 521-551. Obtenido de <Http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33705307>
- Castañeda, R., & Díaz, R. (2020). Soluciones de ecuaciones diferenciales por elementos finitos. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 98-108. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432020000100002
- Castejon, C. (2002). Un modelo causal explicativo sobre la influencia de las variantes psicosociales en el rendimiento educativo. *Revista Bordon*, 18-29.
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las Tics en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana en Matemática Educativa.*, 171-194.

- Castro, R. (2008). El software educativo en el entorno de los medios de enseñanza. *Ciencias Holguín*, 1-6.
- Castro, S., & Guzmán de Castro, B. (2005). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación. *Revista de Investigación*, 83-102. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140372005.pdf>
- Cengel-Yunus, A. (2007). *Transferencia de calor y masa un enfoque práctico*. México: McGrawHill.
- Chandrupatla, T., & Belengundu, A. (2005). *Elementos finitos en ingeniería*. México: Editorial Prentice Marc E.
- Chapra, S., & Canale, R. (2007). *Métodos numéricos para ingenieros*. México DF: McGrawHill.
- Charaja, F., & Portillo, C. (2010). *Manual de Investigación Educativa*. Puno-Perú: Editorial Nuevo Mundo Ira Edic.
- Chiguala, L. (2019). Software matlab en el aprendizaje significativo de los estudiantes de la asignatura de Física II en la Universidad Nacional de Tingo María 2017. Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31091>
- CNEB. (2017). *Currículo Nacional de Educación Básica*. Lima-Perú: Ministerio de Educación MINEDU.
- Condori, L. (2016). Aplicación de geogebra y matlab para optimizar el rendimiento académico en matrices y geometría analítica en los estudiantes del cuarto grado de educación secundaria de la IE José Carlos Mariategui. Paucarpata 2014. Arequipa-Perú: Universidad Nacional de San Agustín. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2521>
- Contreras de la Fuente, A., Font, V., García, M., Luque, L., & Marcolini, M. (2005). Aplicación del programa Mathematica a las prácticas de cálculo en el primer año universitario. IX Simposio de la Sociedad Española de Educación Matemática SEIEM (págs. 271-282). Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Correia, S., & Bozuti, D. (2017). Desafíos y dificultades en la enseñanza de la ingeniería a la generación Z: Un caso de estudio. *Propósitos y Representaciones*, 5(2), 127-183. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992017000200004
- Cruz, M., & Martínez, M. (2012). Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en la sin investigaciones educativas. *revista electrónica de investigación educativa*, 14(2), 167-179. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412012000200012
- Dede, L. (2002). *Como desarrollar habilidades y competencias*. México DF: Edir. REVERTE.
- Delgado, G. (2019). El software MATLAB en el rendimiento académico de los estudiantes de Calculo II ene I tercer ciclo de la EAP de Ingenierías de la

- Universidad privada Norber Wiener-2018. Lima-Perú: Universidad Privada Norvert Wiener. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UWIE_a62c289c37d66ff3c3ba2b0ae32f2a95/Description#tabnav
- Díaz, D. (2015). TIC en Educación Superior: Ventajas y Desventajas. *Educación y Tecnología*, 44-53.
- Echevarria, R. (2020). *Apuntes de MATLAB, orientados a métodos numéricos elementales*. Sevilla-España: Universidad de Sevilla. Obtenido de <https://personal.us.es/echevarria/documentos/APUNTESMATLAB.pdf>
- Fernández, E. (2019). *Uso de matlab, clases de reforzamiento y rendimiento académico en estudiantes de análisis matemático USP 2017*. Chimbote-Perú: Universidad San Pedro. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/10921/Tesis61199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, F., & Andrada, J. (2000). Algoritmos y cajas negras: el programa Matlab en la formación básica en Economía y Finanzas. *Revista electrónica de comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 89-100.
- Fernández-Escobar, E. (2018). *El uso del software derive en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría analítica y vectores de alumnos de nivel universitario*. Concepcion-Paraguay: Universidad Nacional de Concepción. Obtenido de https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Beca29-10_Tesis_Eduardo_Fernandez.pdf
- Figueroa, W. (2017). *Matlab como estrategia didáctica en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales en estudiantes de ingeniería en energías renovables de la Universidad Nacional de Juliaca 2016*. Puno-Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7943/Figueroa_Quispe_Wilber_Antonio.pdf.txt;jsessionid=F3D09F24468E0CC4829E133746887103?sequence=3
- Flores, I. (2012). La influencia de la tecnología informática en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. VI Coloquio Internacional Enseñanza de las Matemáticas (págs. 112-123). Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Flynn, W., & Vredevoogd, J. (2010). The future of learning. *12 Views on Emerging Trends in Higher education. Planning for Higher Education*, 38(2), 5-10.
- Gamboa, M., Barros, L., & Barros, C. (2019). Childhood Aggressiveness, Learning and Self-Regulation in Primary Students. *Luz. Revista Electrónica Trimestral de La Universidad de Holguín*, 53(9), 1689–1699. <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/743/637>
- García, M. (2011). *Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir geogebra en el aula*. Almeria-España: Universidad de Almeria-España. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/1768/>

- García, M., Castellanos, O., & Monroy, S. (2008). Implementación de sistemas de inteligencia tecnológica desde la perspectiva de la complejidad. *revista Ingeniería e Investigación*, 108-118. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v28n2/v28n2a14.pdf>
- Garza, B., Ramírez, D., & Acosta, R. (2013). Aplicación de Matlab en Transferencia de Calor. VIII Congreso de Ingeniería Industrial y de Sistemas (págs. 189-199). Nuevo Leon-Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/8587/1/APLICACION%20DEL%20MATLAB.pdf>
- Geankoplis, C. (2006). *Procesos de transporte y principios de procesos de separación*. Minessota-EEUU: Editorial Continental-México.
- Gilda, L. (2006). *las Tics en la enseñanza dela matemática, aplicaciones al caso de métodos numéricos*. La Plata Argentina: Universidad de La Plata Argentina.
- Guadez, A. (2005). *Enfoques pedagógicos y estrategias metodológicas*. Buenos Aires-Argentina: Edit. Ateneo.
- Gualano, L., Portem, E., & Porta, A. (2015). *Un curso de matemática con matlab para alumnos de grado de ciencias biológicas*. Buenos Aires-Argentina: Universidad Nacional de San Martin. Obtenido de http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/jeanscen_gualano_1.pdf
- Gutiérrez, K. (2007). El papel de la prospectiva en las instituciones universitarias desde una perspectiva conceptual. *Revista Informe de Investigaciones Educativas*, 79-91. Obtenido de <http://biblo.una.edu.ve/ojs/index.php/IIE/article/view/547>.
- Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Revista Educación y Tecnología*, 111-122. Obtenido de <http://Dialnet-ConectivismoComoTeoriaDeAprendizaje-4169414.pdf>
- Gutiérrez-Tirado, C. (2019). *Aplicación del software matlab en el aprendizaje del cálculo integral de los estudiantes de ingeniería con experiencia laboral de la Universidad peruana de ciencias e informática, 2018*. Lima-Perú: Universidad de Ciencias e Informática. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPCI_0e5653e3769c23ced5bff6748b8a3450/Details
- Hein, N., & Salett, B. (2006). *Modelaje matemático como método de investigación en clases de matemática*. México DF: V Festival Internacional de Matemática.
- Hernandez, K. (2019). *Implementación de un laboratorio de matemáticas: Estrategia para mejorar el aprendizaje en alumnos de ingeniería Universidad Politécnica de Pacucha*. *Investigaciones e Innovación en Matemática Educativa*, 367-372. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/15901/1/Hernandez2019Implementacion.pdf>
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México DF: McGrawHill.
- Huaman, W. (2020). *Uso de Matlab y aprendizaje de la integral definida en estudiantes de ingeniería mecánica de una universidad pública, Lima 2020*. Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de

- [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49680/Huam%C3%A1n MWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49680/Huam%C3%A1n%20MWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Huamanyauri, F. (2020). ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden y el problema de Cauchy, aplicaciones de las ecuaciones diferenciales. Lima-Perú: Universidad nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle la Cantuta. Obtenido de <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/5329/MONOGRAFIA%20-%20HUAMANYAURI%20CARMEN%20FERNANDO%20-%20FAC.pdf?sequence=1>
- Humberto, P. (2010). Uso de software educativo en el aprendizaje de las Operaciones básicas matemáticas. Lima: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle La Cantuta.
- Ibarz, A. (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Madrid-España: Editorial AEDOS.
- Incropera, F., & De Witt, D. (1996). Fundamentos de transferencia de calor. Juarez-Mexico: Prentice Hall.
- Infante, C. (2014). Propuesta Pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(62), 917-937. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013
- Jara, A. (2009). Efecto de las estrategias motivadoras en el aprendizaje de las capacidades matemáticas de los estudiantes del segundo grado de educación secundaria en el distrito de Caraabayllo Lima. Lima: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle La Cantuta.
- Jimenez-Narvaez, L. (2005). Modelización sistemática de la innovación y del aprendizaje tecnológico. *INNOVAR*, 81-89. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v15n25/v15n25a05.pdf>
- Lago, D., & Ospina, R. (2015). Diseño Curricular basado en competencias, El currículo por competencias en el sistema educativo superior. Lima-Perú: PUCP.
- Lema, M. (2018). Empleo de simulaciones dinámicas en Matlab como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de la derivada, integral definida y cálculo de volúmenes. *Revista Ciencia y Tecnología*, 5(1), 36-41. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49680/Huam%C3%A1n MWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49680/Huam%C3%A1n%20MWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lissitsa, S., & Kol, O. (2016). Generation x versus Generation y-a decade of online shopping. *Journal of Retailing and consumer Service*, 304-312. doi:<https://doi.org/10.1016/j.retconser-2016.04.015>
- López, A. (2013). Actitudes de estudiantes de ingeniería de nuevo ingreso hacia el uso de la tecnología en matemática. *Research Gate*, 31-50.
- López, F. (2006). Escenarios mundials de la educación superior. Buenos Aires- Argentina: CLACSO.

- López, F., & Valencia, I. L. (2016). Modelado de la transferencia de calor en el tratamiento térmico de productos enlatados. *Información Tecnológica*, 73-81. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000600009
- López, M. S., Lora, A., Abad, J., & Torregrosa, L. (2015). Resultados del proyecto de innovación y mejora educativa. Utilización de MATLAB como estrategia didáctica y de coordinación horizontal y vertical entre asignaturas del Grado de Ingeniería Química. IN-RED Congreso de Innovación educativa y docencia en Red de la Universitat Politècnica de Valencia (págs. 1-12). Valencia-España: Universidad Politècnica de Valencia. doi:Doi: <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2015.2015.1567>
- Malagon, L. (2006). La vinculación Universidad-Sociedad desde una perspectiva social. *Educación y Educadores*, 9(2), 79-93. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/834/834490219.pdf>
- Martínez del Rio, F. (2015). Programación en Matlab. Jaen-España: Universidad de Jaen. Obtenido de <http://www4.ujaen.es/~fmartin/apuntesMATLAB.pdf>
- McCrinkle, M. (2015). *The abc of xyz: Understanding the global generations*. Sidney-Australia: UNSW Press.
- Mejía, M. (2008). *Investigación Científica en Educación*. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Miklos, T., & Tello, E. (2010). *Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño del futuro*. México DF: Limusa SAC.
- Mogrovejo, S. (2017). Uso de matlab y su influencia en el rendimiento académico del curso de métodos numéricos en los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería civil de la universidad andina del Cusco, 2017. Cusco-Perú: Universidad Andina del Cusco.
- Mojica, J., & Trujillo, R. (2005). Estudio prospectivo al 2020 en Educación Superior para la transformación productiva y social en los países de la organización del convenio Andrés bello: Diseño metodológico y análisis de resultados de la encuesta Delphi, serie documentos SECAB. *Ciencia, Tecnología e Innovación*, 50-62.
- Molina, S., Gómez, J., & Labarta, J. (2017). debilidades y fortalezas de la programación en Matlab para entornos oceanográficos. Alicante -España: Repositorio de la Universidad de Alicante. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/68648>
- Moore, H. (2018). *Matlab para ingenieros*. México DF: Pearson Educación. Obtenido de <https://www.lawebdelprogramador.com/pdf/8584-MATLAB-Para-Ingenieros.html>
- Naupari, M., Hernandez, Y., & Saxa, N. (2010). *medios y materiales educativos*. Huancayo Perú: Universidad Continental.
- Naupas, H., Mejía, J. E., Novoa, E., & Villagomez, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá-Colombia: Ediciones de la U.
- Ñaupas, P. (2013). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .

- Oliva, M. (2010). Evaluación continua y rendimiento académico. Tegucigalpa-Honduras: Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazan, Tegucigalpa.
- Pérez, A., Ramón, J., & Sánchez, J. (2000). Análisis exploratorio de las variables que condicionan el rendimiento académico. Sevilla - España: Universidad Pablo de Olavide.
- Pérez, M. (2017). Uso actual de las tecnologías de información y comunicación en la educación médica. *Revista Médica Herediana*, 28(4), 258-265. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SI018-130X2017000400008
- Pernalet, N. (2010). Matlab como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la matemática en educación superior. Venezuela: Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt. Obtenido de <http://www.iiiis.org/CDs2008/Cd2009CSC/SIEC2009/PapersPdf/X358HZ.pdf>
- Pernalet, N. (2016). matlab como estrategia para a enseñanza-aprendizaje de la matemática en educación superior. Zulia-Venezuela: Universidad de Zuli, programa ingeniería y tecnología.
- Pizarro, R. (2009). las TICs en la enseñanza de las matemáticas, Aplicación al caso de los métodos numéricos. La Plata- Argentina: Universidad Nacional de La Plata Argentina. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4152>
- Purlins, E., & Salvadori, V. (2007). Meat cooking simulation by finite elements. 4th Mercosur Congress Process Systems Engineering (págs. 112-119). New York-USA: System Press.
- Quiroz, F. (2018). Efectos del Matlab sobre el rendimiento académico de estudiantes de matemática de la U.N.M.S.M. 2017. Lima-Perú: Universidad Cesar vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18802/Quiroz_GF.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramírez, E., & Soplin, C. (2017). Aplicación del software matlab como instrumento de enseñanza de matemática en estudiantes del I ciclo de ingeniería de sistemas de la Universidad nacional de la Amazonia Peruana 2017. Iquitos-Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana . Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5409>
- Reinoso, O. L., & Paya, L. (2018). Matlab: conceptos básicos y descripción gráfica. Madrid-España: umh editorial electrónica. Obtenido de <https://editorial.umh.es/2018/10/08/matlab-conceptos-basicos-y-descripcion-grafica/>
- Rey, D., Flores, E., & Vargas, E. (2009). Parlab: un ambiente interactivo de programación con sintaxis Matlab/Octave para ejecución eficiente de operaciones matriciales en multiprocesadores. *Ingeniería UC*, 45-50. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/707/70717551007.pdf>
- Reyes, Y. (2002). Relación entre el rendimiento académico, la ansiedad ante os exámenes, los rasgos de personalidad, el auto concepto y el asertividad en

- estudiantes del primer año de psicología de la UNMSM. Lima-Perú: Editorial UNMSM.
- Reyes-Murillo, E. (2000). Influencia del programa curricular y del trabajo docente en el aprovechamiento escolar. Lima-Peru: Editorial UNMSM.
- Reynoso, O., & Mendez-Luevano, T. (2018). Can academic achievement be predictive. Behavior regulation as an indicator of academic achievement in higher education. *Dialos sobre Educación*, ISSN 2007-2171.
- Rico, L. (2005). La competencia matemática en PISA. Madrid-España: Fundación Santillana.
- Ríos, N. (1998). *Didáctica General*. México DF: SEP Trillas.
- Ríos, V., Mollinedo, R., & Quispitupa, M. (2017). Influencia del software matlab en el aprendizaje de sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden en los estudiantes de ingeniería de la universidad alas peruanas de Puerto Maldonado. *Revista CEPROSIMAD*, 24-38.
- Rodríguez, D., & Bory, H. (2019). Matlab en la clase práctica de cinética enzimática de fundamentos de biotecnología para ingeniería química. *Tecnología Química*, 592-607. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852019000300592&lng=es&nrm=iso
- Rosales, G. (2010). Uso de matlab para la enseñanza y aprendizaje de las soluciones lineales con enfoque geométrico para ingeniería. *Ingeniería Solidaria*, 59-67.
- Ruiz, M. (2013). El futuro de la educación superior, Una reflexión entre el doxa y la episteme. *Educación*, 22(42), 7-27. Obtenido de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/educacion/article/view/5289>
- Salvatierra, M. (2019). *Manual de conservación de alimentos*. Arica-Chile: INACAP-Chile. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/8587/1/APLICACION%20DEL%20MATLAB.pdf>
- Sánchez, R. (2015). t.Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 26(1), 59-61. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-21982015000100009
- Shampine, L., & Reichelt, M. (1997). The MATLAB ODE suite. *SIAM Journal Science Computation*, 1-22.
- Shanpine, L., & Thompson, S. (2001). Solving DDEs in MATLAB. *Applied Numerical Mathematics*, 441-458.
- Siemens, G., & Weller, M. (2011). The impact of Social networks on teaching and learning. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 8(1), 164-170. Obtenido de <http://rusc.uoc.edu.&ojs/index.php/rusc/article/view/v8n1-siemens-weller/vbn1-siemens-weller-eng>
- Sierra-Bravo, R. (2007). *Técnicas de investigación social*. Madrid-España: International Thomas Editores y Paraninfo SA.
- Singh, A., Pratap, A., & Ramaswamy, H. (2015). Computational techniques used in heat-transfer rates to canned particulate non-newtoiniane fluids (CMC) during

- reciprocation agitation thermal processing. *Journal of Food Engineering*, 165-172. doi:doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.05.004
- Singh, R., & Heldman, D. (2014). *Introduction to Food Engineering*. New York- USA: 5th edi. Elsevier.
- Surichaqui, F., tamirez, F., & Mercado, R. (2020). Effects of use of matlab mathematical software on the academic performance of a group of repeating students of basic mathematics. Huanta-Peru: Universidad Nacional Autónoma de Huanta. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/2707-3602_ee870d5b7de73a7a2ca051bd0c8810e5
- Taipe, C. (2019). Aplicación del software MATLAB en el aprendizaje de la cinemática lineal de una partícula en estudiantes universitarios de ingeniería. *Revista Inova Educación*, 1(3), 281-287. doi:<https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.002>
- Toledo, R. (2002). *Fundamentals of Food Process Engineering*. Maryland-USA: Asper Publisher, Inc.
- Vergara, G. A., & Romero, J. (2016). Uso de matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del álgebra lineal. *Mutua Revista*, 83-91. Obtenido de <http://investigaciones.uniatlantico.edu.co/revistas/index.php/MATUA/article/view/1512>
- Vicens, J. (2012). Propuesta de una herramienta didáctica para la docencia del método de elementos finitos, aplicado mediante la "Toolbos PDE" de matlab, a la simulación de transmisión de calor en especímenes poscosecha. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3066/tfm156.pdf;jsessionid=819B29201CAC32F540266F3011F91FEE?sequence=1>
- Vilchez, E. (2007). *Sistemas expertos para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en la educación superior*. . Cuadernos de Investigación y formación en educación superior, 45-67.
- Williner, B. (2016). Análisis de una actividad didáctica en la que se usa la computadora como herramienta cognitiva. XI Congreso de Educación en Tecnología y Tecnología Educativa (págs. 34-44). Argentina: Universidad Nacional de La Matanza, Argentina.
- Zapata, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos, bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del Conectivismo. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 69-102. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5355/535554757006.pdf>