



Temática : Virtualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias informáticas y afines

Foro virtual para promover el aprendizaje colaborativo. Una experiencia didáctica en contexto COVID-19.

Virtual forum to promote collaborative learning. A didactic experience in COVID-19 context.

MSc. Elizabeth Rodriguez Stiven ^{1*}, MSc. Dailien Moré Soto ², MSc. Yordan Portela Pozo ³

¹Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio km 2 ½, La Lisa, La Habana, Cuba. beth@uci.cu

²Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio km 2 ½, La Lisa, La Habana, Cuba. dmore@uci.cu

³Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio km 2 ½, La Lisa, La Habana, Cuba. yordanp@uci.cu

* Autor para correspondencia: beth@uci.cu

Resumen

En la investigación se comparte una experiencia didáctica realizada con estudiantes de segundo año del curso regular diurno de la carrera ingeniería en Ciencias Informáticas en el curso de Matemática I, donde se utilizan los foros virtuales para promover el aprendizaje colaborativo. El objetivo que se persigue es analizar la influencia del foro virtual en las modificaciones que los grupos de estudiantes realizaron a su trabajo en la tarea evaluativa del tema: Series de potencias. En el análisis se consideró el nivel de interacción y profundidad con el que los miembros de los grupos debatieron sobre la tarea asignada. Además, se observó si los grupos de estudiantes consideraron las sugerencias realizadas por el grupo oponente en el debate del Foro 2, en las modificaciones realizadas para mejorar las tareas finales. Los resultados muestran que, principalmente, se consiguieron niveles de interacción y profundidad medios. El nivel de profundidad de los mensajes en el foro aumenta significativamente en la medida en que los estudiantes se van involucrando en la tarea. Se comprueba, además, que el nivel de profundidad de los mensajes en el Foro 2 influyó significativamente en la mejora que los grupos de trabajos le realizaron a su tarea.

Palabras clave: Interacción, Foros virtuales, Matemática, Aprendizaje colaborativo

Abstract

The research shares a didactic experience carried out with second-year students of the regular day course of the engineering degree in Computer Science, the course of Mathematics I, where virtual forums are used to promote collaborative learning. The objective is to analyze the influence of the virtual forum in the modifications that the groups of students made to their work in the evaluative task of the topic: Power series. The analysis considered the level of interaction with which the members of the groups discussed the assigned task and the depth of the messages.

In addition, it was observed whether the student groups considered the suggestions made by the opposing team in the forum 2 debate, in the modifications made to improve the final works. The results show that, mainly, medium levels of interaction and depth levels were achieved. The level of depth of the messages in the forum increases significantly as the students become more engaged in the task. It is also found that the level of depth of the messages in the forum significantly influenced the improvement that the working groups made to their task.

Keywords: Interaction, Virtual forums, Mathematics, Collaborative learning

Introducción

Desde marzo de 2020 la mayoría de las universitarias del mundo han decidido cerrar temporalmente sus campus y han movido su oferta hacia una formación a distancia facilitada por tecnología educativa. En Cuba, la Universidad de las Ciencias Informáticas no estuvo exenta de estas transformaciones repentinas y necesarias. En un inicio se pensó controlar la pandemia y retomar la docencia presencial en poco más de seis meses. Al aumentar los casos en el país no fue posible continuar el curso en las universidades y se continuó a la espera de una mejoría de las condiciones epidemiológica pues se debía evitar un contagio masivo. En diciembre del mismo año se planificó la entrada a la universidad en enero de 2021 de estudiantes y profesores, para culminar el curso 19-20 interrumpido por la enfermedad infecciosa denominada COVID-19. Una vez más, el coronavirus se mostraba imponente y se tuvo que enviar los estudiantes, profesores y trabajadores a casa cerrando el curso 19-20 a distancia. Se comenzaba por primera vez en la UCI el nuevo curso escolar en marzo de 2021 totalmente a distancia.

Esto ha significado el rediseño obligado y en tiempo real de millones de actividades y experiencias de formación que pasaron de ser presenciales a realizarse exclusivamente en plataformas digitales. Este movimiento hacia la virtualidad impuesto por la pandemia del COVID-19 obliga a reflexionar sobre los efectos del aprendizaje colaborativo virtual en las diferentes “experiencias” de aprendizaje y, en particular, su necesidad en la enseñanza de matemáticas.

Sin embargo, aún en las condiciones actuales en muchas entidades de educación superior, la mayoría de los docentes aún prefieren lo tradicional y tratar a las matemáticas como una instrucción explícita, combinada con preguntas desafiantes sin promover el análisis crítico del contexto (Angulo-Vilca, 2021).

Angulo-Vilca (2021) refiere que el aprendizaje colaborativo virtual mejora el rendimiento académico y la actitud socioafectiva de los estudiantes, ya que genera sentimientos recíprocos y el pensamiento reflexivo, es más activo, muestra valor cognitivo para la enseñanza de las matemáticas, puede ser aplicable en múltiples plataformas o software, es aplicable a cualquier temática de las matemáticas, asimismo, las plataformas pueden ser utilizadas como



campos de juego o foros académicos en las matemáticas, y, quizá lo más importante, las plataformas virtuales utilizan datos científicos, gráficos dinámicos, resultados precisos para la toma de decisiones en equipo.

Los foros virtuales son una de las herramientas más utilizadas en el ámbito educativo para promover el aprendizaje colaborativo de manera eficaz y favorecer la adquisición de habilidades y conocimientos (Juárez, Chamoso y González, 2020; Angulo-Vilca, 2021). En concreto, algunas investigaciones han mostrado que la interacción a través de foros virtuales crea oportunidades para el diálogo, fomenta la reflexión, permite la formación y reafirmación de significados, apoya la estructuración y organización de pensamientos y tiene un efecto positivo, tanto en el aprendizaje de los estudiantes como en la calidad de sus trabajos (Cheng, Paré, Collimore y Joordens, 2011; Juárez, Chamoso y González, 2020). Sin embargo, existe limitada evidencia de investigaciones en las que se analice el uso de foros virtuales para el aprendizaje de las matemáticas con estudiantes universitarios. Sumado a ello, el método colaborativo es recientemente estudiado en entornos virtuales (Angulo-Vilca, 2021).

En este trabajo se comparte una experiencia realizada con estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas de la UCI en la asignatura Matemática I del Plan de Estudios “E” montada en la plataforma MOODLE; en la que se implementaron foros virtuales para fomentar la interacción, la reflexión y el aprendizaje colaborativo. Los estudiantes, organizados en grupos, se comunicaron a través de foros virtuales para desarrollar un trabajo que integraba la resolución de problemas en el aprendizaje de las series de potencias. En el presente trabajo se estudia al foro virtual como recurso integrado a una experiencia didáctica para promover el aprendizaje colaborativo virtual. El objetivo es analizar la influencia del foro virtual en las modificaciones que los grupos de estudiantes realizaron a su trabajo en la tarea evaluativa del tema Series de potencias.

Los aspectos teóricos sobre los que se fundamenta esta investigación se presentan en dos apartados. En el primer apartado se abordan los referentes del aprendizaje colaborativo virtual. En el segundo apartado se expone el marco de análisis que se consideró en este trabajo para analizar las interacciones en los foros virtuales.

Aprendizaje colaborativo virtual

Según (Angulo-Vilca, 2021) el aprendizaje colaborativo virtual y el aprendizaje basado en proyectos colaborativos mediados por TIC (Tecnologías de la información y comunicación) usando un espacio virtual, mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes en los cursos de matemática en el nivel superior. Los estudiantes pueden comprender y utilizar mejor la resolución de problemas en matemáticas, son más ordenados y organizados para presentar la información necesaria y lograr resultados con pensamiento crítico reflexivo mediante una participación activa colectiva.



Hoy en día, los principales roles del perfil de un docente universitario se definen a través de sus competencias digitales, el marco conceptual sobre el dominio cognitivo, práctico y didáctico no solo en el uso de las TIC, sino del desarrollo de procesos de innovación, cambio y mejora continua en la educación superior. En este contexto, es indispensable desarrollar recursos educativos abiertos de tal manera que favorezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje en cursos de matemáticas (López y otros, 2019; Sandoval, 2019). La utilización del software educativo GeoGebra, el uso de foros virtuales y el uso de los objetos de aprendizaje interactivos (OIA) logra aprendizajes matemáticos significativos y una mayor motivación en estudiantes y profesores. Los docentes participantes, pasan de una enseñanza puramente tradicional a otra que utiliza los recursos digitales disponibles, sin desaparecer elementos esenciales de la primera. Aprovechan los espacios que se genera para compartir conocimientos y lograr el aprendizaje, en los que los estudiantes cuentan con mayor oportunidad de interactuar y realizar modificaciones positivas en sus trabajos (Alcívar y Otros, 2019; Juárez, Chamoso y González, 2020).

Según las investigaciones realizadas por (Hobri y Otros, 2019; Acosta, Martín y Hernández, 2019) existen diferencia significativa entre aquellos estudiantes que utilizan categorías ontológicas y quienes utilizan foros para solucionar problemas matemáticos basado en el aprendizaje colaborativo, adicionalmente la calidad de la interacción y la comunidad solidaria en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas ayuda a entender los modelos matemáticos, con la ayuda de profesores competentes con metodologías activas conocedores de las herramientas digitales, promoviendo el pensamiento creativo de los estudiantes para estimular y asegurar el correcto aprendizaje de las matemáticas.

Interacción en foros virtuales

Los foros virtuales permiten construir una pausa en la comunicación, importante para la asimilación e integración de materiales, creatividad y conexión profunda entre estudiantes (Silva y Gros, 2007).

Llinares y Valls (2009) realizaron una investigación para describir las características de las interacciones en discusiones en línea, cuando estudiantes universitarios examinaban y analizaban la enseñanza de las matemáticas como un proceso para desarrollar las habilidades necesarias para aprender a partir de la práctica y construir conocimiento. Su perspectiva adoptada pone de manifiesto que el proceso de compromiso cognitivo se produce en el contexto de la interacción mientras se resuelve algún problema con cierta importancia para los participantes, que puede conllevar un diálogo en el que se proponen soluciones y se responde con ampliaciones, objeciones y contrapropuestas a las intervenciones previas. Para analizar la participación ellos proponen un esquema de categorías que proporcionan una descripción de cómo participan los estudiantes al resolver las tareas asignadas en el entorno de



aprendizaje (aporta información, aclara, coincide, coincide y amplía, discrepa, discrepa y amplía). Este marco proporciona información sobre el proceso en el que participan los estudiantes para realizar las tareas conjuntamente, cómo los estudiantes construyen nuevos significados y cómo utilizan las ideas como herramientas.

Chamoso y Cáceres (2009) analizaron la profundidad de las reflexiones de futuros maestros a partir de una categorización diseñada específicamente para la investigación, con los niveles descripción, argumentación y aportación. Por su parte, Cáceres, Chamoso y Azcárate (2010) proporcionaron una herramienta para analizar la forma como estudiantes universitarios, en grupos, mejoraban su trabajo previo basándose en la reflexión sobre su aprendizaje. Así mismo Juárez, Chamoso y González (2020) mostraron las experiencias del desarrollo de un proyecto de modelización matemática con estudiantes universitarios utilizando los foros virtuales como un espacio colaborativo virtual. Estos analizaron la influencia del nivel de interacción y el nivel de profundidad con que se comunicaron los estudiantes en los foros, con las mejoras que estos les realizaron a sus trabajos. Los autores antes mencionados coinciden en que el nivel de reflexión depende de la tarea que se realice: aquellas en las que los estudiantes se sentían más activamente involucrados se consiguieron niveles más altos de reflexión.

Metodología

En esta investigación el objeto de estudio está circunscrito en una experiencia didáctica, en el contexto de confinamiento debido a la pandemia COVID 19. Como muchas universidades en el mundo la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se vio obligada a cerrar sus aulas y trasladarse hacia una formación a distancia facilitada por tecnología educativa. Esto ha significado el rediseño obligado y en tiempo real de millones de actividades y experiencias de formación que pasaron de ser presenciales a realizarse exclusivamente en plataformas digitales.

La experiencia se realizó durante el desarrollo de la asignatura Matemática 1, perteneciente al plan de estudios “E” de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI) que se ofrece en la UCI. La asignatura contempla el tema de Sucesiones y Series, el cual tiene como objetivo que el alumno vincule el proceso de resolución de problemas basado en la interpretación de conceptos. Por primera vez en la universidad una asignatura de la disciplina de Matemática es impartido para el pregrado completamente de forma no presencial. El desarrollo de la asignatura se está llevando a cabo en la plataforma virtual (basada en MOODLE) de la universidad para el pregrado (<https://eva.uci.cu/>).

Participaron 28 estudiantes del grupo docente 3201 del segundo año de la Facultad 3, de los cuales 18 fueron mujeres (64%) y 10 hombres (26%). El desarrollo de la asignatura se organizó en sesiones teóricas y sesiones prácticas. Las sesiones teóricas se basan en la comprensión de los conceptos asociados a Sucesiones y Series a través de lecciones, estas lecciones estaban acompañadas de la visualización gráfica de conceptos utilizando recursos desarrollados en



GeoGebra por el colectivo de profesores de la asignatura. Además, se incluye la formación en el proceso de resolución de problemas usando la representación de funciones en series de potencias. Este proceso comprende las siguientes Etapas descritas en la Tabla 1.

Tabla 1: Resolución de problemas usando series de potencias

Etapas	Descripción
1. Identificar el desarrollo conocido	Identificar cual de los desarrollos elementales es indicado para la situación.
2. Identificar la variable	Determinar la variable que representa el nuevo argumento.
2. Plantear el desarrollo en serie de potencia	Proponer el desarrollo en series de potencias correspondiente a partir del desarrollo conocido de la serie de potencias Geométrica.
3. Establecer dominio de convergencias	Determinar el dominio de convergencia.
4. Obtener soluciones aproximadas mediante la Estimación de suma.	Obtener una aproximación del valor de la suma y proporcionar el error cometido.
5. Informar resultados	Explicar el resultado en el contexto de la situación real.

Las sesiones prácticas contenían actividades de construcción y apropiación del conocimiento y como actividad evaluativa se incluyó la realización de la Tarea final. En dicha tarea los estudiantes debían resolver un problema propuesto por el profesor usando la representación de funciones en series de potencias. El escenario en que se desarrolló la Tarea consta de 4 fases descrita en la Tabla 2. Se crearon dos foros virtuales foro F1: Elaboración de la presentación inicial (PI) y el foro F2: Valoración de las PI y elaboración de la presentación final (PF). Cada foro permaneció activo durante siete días. El profesor asumió el rol de moderador, emitiendo su juicio a través de una lista de preguntas previamente concebida para conducir el debate y solucionar situaciones de conflictos. Al finalizar la actividad este emitirá una valoración cualitativa sobre la calidad del debate en los foros. Esta fue la primera experiencia de los estudiantes en foros virtuales para el aprendizaje.

Tabla 2: Escenario de ejecución de la Tarea final del tema

Fase	Descripción
1	El grupo se organizó en cuatro grupos de trabajo de siete integrantes (G1, G2, G3 y G4). La organización de los grupos de trabajo se realizó de manera intencional por el profesor teniendo en cuenta la condición tecnológica, de conectividad y el rendimiento académico de cada estudiante. Cada miembro del grupo desempeñará un rol que posibilitará un mejor funcionamiento del grupo en el cumplimiento de las tareas asignadas (1 jefe de grupo, 1 Facilitador, 3 Observador, 2 Registrador). Se le entregó una guía de orientaciones para la realización de la actividad.
2	A cada grupo le fue asignado un problema con el mismo nivel de complejidad. Además, se les circuló un documento con normas y reglas de comportamiento para realizar intervenciones en foro virtual en ambiente

	académico teniendo en cuenta que es su primera experiencia y la tipología de la actividad.
3	El foro F1 fue diseñado con cuatro hilos de debate uno por grupo de trabajo. En este foro los estudiantes debían comunicarse entre ellos para resolver el problema, teniendo en cuenta las etapas del proceso de resolución de problema. Los resultados del trabajo grupal debían reflejarse en una presentación electrónica en PowerPoint (presentación inicial, PI) con la solución del problema según las etapas. Posteriormente, las PI quedaron a disposición de todos los estudiantes en la plataforma virtual de la asignatura.
4	Se valoran las presentaciones iniciales de cada grupo. La asignación se realizó por pares de la siguiente manera: G1 opone la PI del G2 y viceversa. De igual forma se procedió con los Grupos 3 y 4. El foro F2 también contempló cuatro hilos de debates, uno por cada grupo. Para realizar la valoración se debía tener en cuenta: ¿qué considera correcto o incorrecto y por qué? ¿cómo considera que sería correcto? Realizar preguntas que conduzcan a elementos no abordados en la presentación y que consideran importante para la comprensión de la solución o que constituyan una duda que necesita ser aclarada. Al terminar la oponencia, cada grupo debe mejorar su presentación inicial con las valoraciones recibida y llegar así a la presentación final (PF).

Recolección de Datos

Los datos recopilados, fueron: los mensajes de los estudiantes en los foros F1 y F2, los cuales permanecían almacenados y asegurados en la base de datos de la plataforma virtual de la universidad (<https://eva.uci.cu/>), brindando a los investigadores un acceso cómodo y directo en un documento Microsoft Excel 2010. Además de la presentación inicial (PI) y la presentación final (PF) de cada grupo.

Identificación de las unidades de análisis (UA) de los mensajes en los foros

El procedimiento realizado para identificar las unidades de análisis (UA) de los mensajes de los foros fue ejecutado durante dos sesiones de trabajo grupal. En estas sesiones participaron los tres investigadores y un profesor del colectivo de la asignatura. Primeramente, cada mensaje fue dividido en unidades de análisis (UA) en las que se expresaba una idea con significado. Los investigadores trabajaron en una primera iteración en pares y en una segunda iteración se analizaron los casos discordantes. Luego se excluyen aquellos UA que no están relacionadas con la actividad (aquellas que contenían elementos ajenos a los problemas). Finalmente, como se muestra en la Tabla 3 se procesaron 85 mensajes extrayéndose 185 UA. Se excluyeron 26 unidades quedando 159 UA representando un 85% de las UA identificadas inicialmente.

Tabla 3: Identificación de las unidades de análisis (UA) de los mensajes en los foros

Foros	Mensajes	UA -I	UA - F	%
F1	48	103	85	82,52%
F2	37	82	74	90,24%
Total	85	185	159	85,95%



La PI y la PF de cada grupo fueron valoradas por parte del profesor teniendo en cuenta las etapas del proceso de resolución de problemas (Tabla 1). En concreto, a cada etapa de la PI y la PF de cada grupo de estudiantes se asignó una valoración numérica en función de si lo hicieron. La evaluación final sería el promedio de la valoración de cada etapa.

Análisis de los datos

Para analizar la influencia del foro virtual en las modificaciones que los grupos de estudiantes realizaron a su trabajo durante el desarrollo de la tarea, se utilizó el software estadístico IBM SPSS versión 22.0 y se procedió de la siguiente forma:

1. Primeramente, se analizó la forma en la que se comunicaban los estudiantes en los foros a través de los mensajes.

Se utilizó el Sistema de Categorías propuesto por (Llinares y Valls, 2009) para determinar el *nivel de interacción* de cada UA, ver Tabla 4. Esta categorización nos permite conocer la forma en que los estudiantes se comunican: si *aporta información*, *interactúa*, *interactúa* y *amplia*. Se aplicó la prueba no paramétrica ji-cuadrado para determinar si hay diferencias significativas entre el nivel de interacción con que se comunicaron los grupos y si existía diferencias significativas entre el nivel de interacción con que se comunicaron los estudiantes en los foros (F1 y F2).

Se utilizó también el Sistema de Categorías propuesto por (Chamoso y Cáceres, 2009) para determinar el *nivel de profundidad* de cada UA, ver Tabla 5. Esta categorización nos permite conocer la forma en que los estudiantes se comunican a través de la profundidad de sus reflexiones: si *describen*, *argumentan* y *aportan*. Una vez categorizadas las UA la información se recogió en una tabla que muestra por cada grupo de trabajo, la frecuencia de ocurrencia por categoría. Se aplicó la prueba no paramétrica ji-cuadrado para determinar si hay diferencias significativas entre el nivel de profundidad con que se comunicaron los grupos y si existía diferencias significativas entre el nivel de profundidad con que se comunicaron los estudiantes en los foros (F1 y F2).

Tabla 4: Sistema de categorías para analizar el *Nivel de interacción* según (Llinares y Valls, 2009) se incluyen ejemplos de los mensajes de los estudiantes.

<i>Nivel</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejemplos</i>
Aporta información (1) Bajo	Aporta ideas o preguntas que no se han considerado previamente.	«En este problema estamos aproximando el valor del área bajo la curva usando la representación de la función en series de potencias».

<p>Interactúa (2) (Medio)</p>	<p>Menciona ideas que han surgido de una aportación previa, ya sea aclarando, coincidiendo o discrepando.</p>	<p>«Pues sí, se podría utilizar en el análisis de la convergencia para $x = 2$ el criterio del cociente, y el procedimiento sería más sencillo». «Coincido contigo en que se debe aplicar la propiedad de composición»</p>
<p>Interactúa y amplía (3) (Alto)</p>	<p>Amplía aspectos que han surgido en una aportación previa, ya sea coincidiendo o discrepando.</p>	<p>«De acuerdo, mi planteamiento está bien, no es necesario usar ningún criterio de convergencia, pues esta es una serie Hiperarmónica con $p = 2$ por tanto convergente». «No sé, pero creo al evaluar la serie $x = -\frac{1}{2}$ se obtiene una serie alternante condicionalmente convergente y se puede aplicar la estimación de la suma de las series alternantes».</p>

Tabla 5: Sistema de categorías para analizar el Nivel de profundidad según (Chamoso y Cáceres, 2009). Se incluyen ejemplos de los mensajes de los estudiantes

<i>Nivel</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejemplos</i>
<p>Descripción (1) (Bajo)</p>	<p>Describe aspectos relacionados con el desarrollo de la tarea, sin involucrarse.</p>	<p>«Pues estoy de acuerdo contigo, las representaciones de funciones en series de potencias es exactamente lo que deben usar las calculadoras gráficas».</p>
<p>Argumentación (2) (Medio)</p>	<p>Argumenta o justifica aspectos del desarrollo de la tarea.</p>	<p>«Creo que solo hay un problema conduce a una función definida por parte, por lo que debemos fijarnos en que los intervalos de convergencia incluyan los extremos para evitar indefiniciones. Geogebra permite diferenciar cada tramo de colores distintos».</p>
<p>Aportación (3) (Alto)</p>	<p>Realiza contribuciones con el fin de mejorar el desarrollo de la tarea.</p>	<p>«Podemos agregar un gráfico de la función original y la aproximación utilizando el desarrollo en series de potencias para mostrar el error en cada punto. El gráfico lo generamos con Geogebra».</p>

- En un segundo momento se analizó *la influencia del foro en las modificaciones que los grupos realizaron a su tarea llevando la PI a la PF*. Para ello se consideró las modificaciones que hicieron a la PI para obtener la PF; la relación de la influencia del foro con las modificaciones a partir de la asociación de las UA con cada modificación. Además, se consideraron las valoraciones del profesor a la PI y la PF de cada grupo. Esas valoraciones permitieron analizar la naturaleza de las modificaciones realizadas en cada PF respecto a su PI basado en (Cáceres, Chamoso y Azcárate, 2010), Tabla 6. Se Aplicó la prueba no paramétrica ji-cuadrado para determinar si existía asociación entre las modificaciones que los estudiantes realizaron y el nivel de profundidad e interacción de los mensajes en el foro F2. Como medida de simétrica para determinar la potencia de la asociación se utilizó el coeficiente de contingencia.

Tabla 6: Plantilla de valoración de la naturaleza de las modificaciones de cada grupo en su PF respecto a su PI en cada etapa

Naturaleza	Descripción
4	Rehace completamente la etapa de nuevo.
3	Reorganiza completamente la etapa y quizá añada algunas cosas.
2	Reorganiza o modifica únicamente algunas partes de la etapa.
1	Añade nuevo conocimiento sin modificar ni reorganizar la etapa.
0	No realiza ninguna modificación a la etapa.

Resultados y discusión

Se presentan los resultados de las interacciones de los estudiantes en los foros F1 y F2, en términos del nivel de interacción y el nivel de profundidad.

Tabla 7: Distribución de las UA de los equipos de estudiantes en los foros F1 y F2, según el nivel de interacción

Foros	F1				F2			
	Aporta información (Bajo)	Interacciona (Medio)	Interacciona y amplía (Alto)	Total	Aporta información (Bajo)	Interacciona (Medio)	Interacciona y amplía (Alto)	Total
G1	5	8	4	17(20%)	3	10	5	18(24%)
G2	5	8	9	22(26%)	3	7	6	16(22%)
G3	8	12	5	25(29%)	5	10	4	19(26%)
G4	6	9	6	21(25%)	4	12	5	21(28%)
Total	24(28%)	37(52%)	20(24%)	85(100%)	15(20%)	39(53%)	20(27%)	74(100%)

Referido al nivel de interacción de las UA de los estudiantes en los foros F1 y F2, los resultados se recogen en la Tabla 7. Los estudiantes, en general, al participar en los foros, alcanzaron principalmente un nivel de interacción medio: F1 52%, F2 53%. Seguidas del nivel alto con un 24% para F1 y 27% para F2. Este patrón de comportamiento se siguió de forma general en todos los grupos. Se aprecia que en el F2 los niveles altos y medios aumentaron ligeramente respecto a F1. Comparando la comunicación entre los grupos, no existieron diferencias significativas en el nivel de interacción de estos [$\chi^2(6) = 7,439, p > 0,01$]. Este resultado reafirma que los grupos interactuaron en ambos foros de forma similar. Comparando la comunicación entre los foros, resulta que no existieron diferencias significativas en el nivel de interacción [$\chi^2(2) = 2,103, p > 0,01$] indicando que los estudiantes interactuaron con el mismo nivel en ambos foros, aunque cabe señalar que en el F2 hubo un ligero aumento en las interacciones de nivel medio y el nivel alto.

Referido al nivel de profundidad de las UA de los estudiantes en los foros F1 y F2, los resultados se recogen en la Tabla 8.

Tabla 8: Distribución de las UA de los grupos de estudiantes en los foros F1 y F2, según el *nivel de profundidad*

Grupos	F1				F2			
	Descripción (Bajo)	Argumentación (Medio)	Aportación (Alto)	Total	Descripción (Bajo)	Argumentación (Medio)	Aportación (Alto)	Total
G1	10	5	2	17(20%)	4	9	5	18(24%)
G2	16	5	1	22(26%)	5	10	1	16(22%)
G3	7	13	5	25(29%)	3	10	6	19(26%)
G4	9	8	4	21(25%)	4	11	6	21(28%)
Total	42(49%)	31(36%)	12(14%)	85(100%)	16(22%)	40(54%)	18(24%)	74(100%)

La profundidad de las UA de los estudiantes, en general, para el F1 tuvo un comportamiento donde prevaleció la descripción expresado en el 42% de la UA, seguido de la argumentación en un 36%. Sin embargo, en el F2 este comportamiento mejoró prevaleciendo la argumentación expresado en un 54% de la UA, seguido de la Aportación en un 24% de la UA. Comparando la comunicación entre los grupos, no existieron diferencias significativas en el nivel de profundidad de estos [$\chi^2(2) = 13,473$, $p > 0,01$] lo cual indica que los grupos reflexionan con el mismo nivel de profundidad. Sin embargo, comparando el nivel de profundidad de las UA entre los foros se encontró una relación estadísticamente significativa, directamente proporcional y moderada [$\chi^2(2) = 13,453$, $p < 0,05$, Coeficiente de Contingencia = 0.479 con CMax = 0.81]), lo que confirma que a medida que el estudiante tiene conocimiento de la tarea que está realizando mayor es la profundidad de sus valoraciones.

Respecto a la influencia del foro en las modificaciones que los grupos de estudiantes realizaron a su tarea se considera, la naturaleza de las modificaciones realizadas en cada PF respecto a su PI (Tabla 9).

Tabla 9: Distribución de la naturaleza de las modificaciones realizadas por los equipos en su PF respecto a su PI según las etapas el proceso de resolución de problemas.

Etapas	Naturaleza					Total, de Equipos que modificaron su PF	Grupos			
	0	1	2	3	4		G1	G2	G3	G4
1. Identificar el desarrollo conocido	2	0	1	1	0	2(50%)	1			1
2. Identificar la variable	3	0	0	0	1	1(25%)		1		
2. Plantear el desarrollo en serie de potencia	2	0	1	0	1	2(50%)		1		1

3. Establecer dominio de convergencias	1	0	0	0	3	3 (75 %)	1		1	1
4. Obtener soluciones aproximadas mediante la Estimación de suma.	3	1	0	0	0	1(25%)			1	
5. Informe de resultados	2	1	1	0	0	2(150%)	1	1		

Los grupos de trabajo, en general, mejoraron la PF respecto a su PI principalmente en las *etapas Identificar desarrollo conocido, Plantear el desarrollo en series de potencias, Establecer el dominio de convergencia e Informe de resultados*. En la etapa *Establecer el dominio de convergencia*, tres de los grupos hicieron modificaciones que mejoraron completamente su PI. Respecto a las etapas *Identificar desarrollo conocido, Plantear el desarrollo en series de potencias e Informe de resultados*, casi todos los grupos que no habían conseguido la máxima valoración en esas etapas en su PI mejoraron su presentación anterior, pero de forma moderada. Por el contrario, la etapa *Identificar variables* y la etapa de *Obtener soluciones aproximadas mediante la Estimación de suma* solo se modificó en un grupo. Analizando la influencia del nivel de profundidad de las UA, respecto a si fueron consideradas o no en las modificaciones que realizaron los grupos a su PI para lograr su PF en F2, se aplicó la prueba ji cuadrado para determinar si existía asociación. La prueba resultó que existe una asociación estadísticamente significativa, alta y directamente proporcional [$\chi^2(2) = 17,966$, $p < 0,05$, Coeficiente de Contingencia = 0.679 con CMax = 0.81] entre el nivel de profundidad con el que se realizaron los debates en F2 y las modificaciones consideradas en la PF de los grupos de trabajo.

En la investigación se comparte una experiencia didáctica que utiliza los foros virtuales para promover el aprendizaje colaborativo. Esta forma de trabajo no siempre es usual en los estudios de ingeniería específicamente en la enseñanza de la matemática y podría utilizarse, de esta forma o adaptada en algún sentido, como elemento de innovación o de investigación con objetivos similares o diferentes. La investigación realizada permite entender que los foros virtuales podrían ayudar a que los estudiantes universitarios reflexionen sobre sus ideas, cuestionen conceptos y doten de significado a sus planteamientos, algo que coincide con trabajos previos (Murillo y Marcos, 2009, Juárez, Chamoso y González, 2020). Además, aunque una discusión a través de foros virtuales no permite la comunicación presencial, en este trabajo no impidió que los estudiantes, en sus mensajes, comunicaran características gráficas, numéricas o algebraicas de conceptos matemáticos.

Los resultados muestran que al comparar la forma en la que se comunican los estudiantes en los grupos de trabajos según el nivel de interacción, es más menos similar. De forma general se emitieron mensajes para aclarar, coincidir o discrepar aportaciones previas. Comportamiento este, que está en consecuencia con la inexperiencia de los estudiantes



en la utilización de foros virtuales en las asignaturas de matemáticas. Además de que algunos estudiantes se limitan en sus intervenciones por temor a cometer errores, teniendo en cuenta que mediante la comunicación asincrónica los mensajes perduran en el tiempo. Sin embargo, se puede observar que a medida que ganan en confianza en la comunicación mediante foro los niveles de interacción aumenta ligeramente hacia las interacciones ampliadas. Esta observación señala, que a medida que aumenta la experiencia de los estudiantes en el trabajo de foros virtuales, mejora sus niveles de interacción, surgiendo una futura línea de trabajo para analizar si replicando esta experiencia en la solución de tareas diferentes, con estos mismos estudiantes, se aumentan los niveles de interacción.

En términos del nivel de profundidad de los mensajes de los estudiantes, cuando se compara la forma de comunicarse los grupos de trabajo se observa de forma general que estos argumentaron o realizaron aportaciones. Sin embargo, cuando comparamos el nivel de profundidad de los mensajes en cada foro, se observa que a medida que el estudiante se relaciona con la tarea y adquiere conocimiento el nivel de profundidad de sus intervenciones aumentan, llegando a obtener en el F2 hasta un 78% de UA donde se comunican mediante la argumentación o la aportación. En este sentido, se nota que a medida que los estudiantes se sienten más involucrados con la realización de la tarea más profundas serán sus reflexiones coincidiendo con las investigaciones de (Chamoso y Cáceres, 2009).

Referido a la influencia del foro en las modificaciones que los grupos de estudiantes realizaron para mejorar su tarea, podemos decir que el nivel de profundidad de los mensajes en el foro F2 influyó significativamente en la mejorar que los grupos de trabajos le realizaron a su PI para obtener su PF. Este resultado comprueba el objetivo de la investigación y confirma que los mensajes de los foros basados en la interacción, la reflexión y el trabajo colaborativo durante el desarrollo de la tarea permitieron que los estudiantes replantearan sus PI para mejorarlas y darles más consistencia en términos de las etapas del proceso de resolución de problemas usando representación de funciones en series de potencias. Este resultado resulta muy interesante para la investigado, dando que prueba que los foros virtuales pueden ser integrados en estrategia didácticas para la enseñanza de la matemática no solo en entornos virtuales sino también para entornos híbridos una vez termine el confinamiento.

La pandemia nos ha impuesto cambios en la forma de impartir la matemática, cambios que estaban siendo necesario ya hace algún tiempo debido a la introducción acelerada de la tecnología en nuestro que hacer diario. Los estudiantes que tenemos hoy en las aulas son considerados nativos digitales y los escenarios docentes tradicionales no son del todo atractivos para ellos. Por lo que podemos decir que la situación actual adelantó un cambio que ya era inevitable. Esta experiencia nos ha demostrado que es válido incluir el uso de foro virtual con el fin de fomentar el trabajo colaborativo. Pensando en un futuro no lejano, las experiencias vividas durante el confinamiento debido a la COVID

19, nos motiva a diseñar estrategias didácticas donde se integren los espacios virtuales y el espacio físico del aula tradicional. Un ambiente híbrido donde los profesores de matemática dejemos de ser el más inteligente del aula y nos centremos en diseñar la estrategia didáctica que incluyan espacios para compartir conocimientos y lograr el aprendizaje, en donde los estudiantes cuenten con mayor oportunidad de interactuar, reflexionar y realizar modificaciones positivas en sus trabajos (Alcívar y Otros, 2019; Juárez, Chamoso y González, 2020).

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que el nivel de interacción y el nivel de profundidad de los grupos de trabajos de forma general fue medio. El nivel de profundidad de los mensajes en el foro aumenta significativamente en la medida en que los estudiantes se van involucrando en la tarea. Además, se comprobó que el nivel de profundidad de los mensajes en el foro influyó significativamente en la mejorar que los grupos de trabajos le realizaron a su tarea.

Una de las implicaciones educativas que puede derivarse de este trabajo es que los mensajes de los foros basados en la interacción, la reflexión y el trabajo colaborativo durante el desarrollo de la tarea permite que los estudiantes realicen modificaciones positivas a sus trabajos y favorece el aprendizaje colaborativo en la enseñanza de las matemáticas. Por lo que los foros virtuales pueden considerarse en futuras estrategias didácticas como herramientas para desarrollar actividades que promuevan la interacción entre estudiantes y las mejoras de su trabajo y además los profesores puedan valorar las habilidades de pensamiento de sus estudiantes. Este estudio puede proporcionar un método para analizar y valorar los mensajes de los estudiantes en foros virtuales al desarrollar una tarea u otras actividades, en términos de su interacción y profundidad.

Este tipo de investigación en el contexto de la educación universitaria, para las carreras de ingeniería y en la enseñanza de la matemática no es habitual. Aunque se aportan algunas respuestas, se generan nuevos interrogantes que podrían suscitar nuevas perspectivas como, por ejemplo, replicar esta experiencia con estos mismos estudiantes en otras tareas para analizar si la práctica en el trabajo con foro virtuales mejora los niveles de interacción. También pudiera cambiarse la forma de valorar las presentaciones, realizando una valoración mediante una discusión en plenaria virtual y no por pares.

En momentos como los que está viviendo nuestro país con el recrudecimiento del boqueo económico impuesto injustamente por Estados Unidos, con la pandemia aún activa, donde estudiantes y profesores nos encontramos desde casa trabajando esta alternativa didáctica ha resultado ser de gran utilidad para la impartición de la Matemática. Los autores de este trabajo nos sentimos optimista por los resultados obtenidos y porque consideramos que, en un ambiente estudiantil, pos pandemia, donde todos los estudiantes puedan acceder a la tecnología de la universidad y en

un ambiente estudiantil sin las preocupaciones que hoy tienen en sus casas, los resultados mejoren. La investigación podría diseñarse en un ambiente donde se integren los espacios virtuales y el espacio físico del aula tradicional (ambiente híbrido), donde se promueva el debate en ambos espacios para analizar el comportamiento de los niveles de interacción y profundidad, así como ver su efecto en las mejoras de los trabajos.

Referencias

Acosta, R., Martín, A., y Hernández, A. (2019). Uso de las Metodologías de Aprendizaje Colaborativo con TIC: Un análisis desde las creencias del profesorado. *Revista científica de la Universidad de Barcelona*, (35). DOI: <https://doi.org/10.1344/der.2019.35.309-323>

Alcívar, E., Zambrano, K., Párraga, L., Mendoza, K., y Zambrano, Y. (2019). Software educativo geogebra. propuesta de estrategia metodológica para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 23(95), 59-65. Recuperado de <https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/247>

Angulo-Vilca, P. E. (2021). El aprendizaje colaborativo virtual para la enseñanza de la matemática. *Dominio de las Ciencias*, 7(1), 253-267.

Cáceres, M. J., Chamoso, J. y Azcárate, P. (2010). Analysis of the revisions that pre-service teachers of mathematics make of their own project included in their learning portfolio. *Teaching and Teacher Education*, 26, 1186-1195.

Chamoso, J. y Cáceres, M. J. (2009). Analysis of the reflections of student-teachers of mathematics when working with learning portfolios in Spanish university classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 25, 198-206. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2008.09.007>.

Cheng, C. K., Paré, D. E., Collimore, L. M. y Joordens, S. (2011). Assessing the effectiveness of a voluntary online discussion forum on improving students course performance. *Computers and Education*, 56(1), 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.024>

Juárez, J., Chamoso, J., y González, M. (2020). Interacción en foros virtuales al integrar modelización matemática para formar ingenieros. *Revista researchgate*. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3041>

Llinares, S. y Valls, J. (2009). The building of pre-service primary teachers' knowledge of mathematics teaching: interaction and online video case studies. *Instructional Science*, 37, 247-271. <https://doi.org/10.1007/s11251-007-9043-4>



López, E., Ávila, Y., Pérez, B., Joa, L., y Cordoví, V. (2019). Recursos educativos abiertos para la enseñanza aprendizaje de Matemática Superior en Tecnología de la Salud. *Revista Cubana de Informática Médica*, 11(1), 47-62.

Murillo, R. y Marcos, G. (2009). Un modelo para potenciar y analizar las competencias geométricas y comunicativas en un entorno interactivo de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 241-256.

Sandoval, J. (2019). Retos y desafíos en un ambiente blended para el aprendizaje de las matemáticas de los primeros ciclos de estudiantes adultos. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 32(2).

Silva, J. y Gros, B. (2007). Una propuesta para el análisis de interacciones en un espacio virtual de aprendizaje para la formación continua de los docentes. *Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 8(1), 81-105.