



## La interacción en foros virtuales en el desarrollo del proceso de modelación matemática con estudiantes de ingeniería

Jazmín Adriana **Juárez** Ramírez  
Escuela Superior de Cómputo (ESCOM-IPN)  
México  
[jjuaarezr@ipn.mx](mailto:jjuaarezr@ipn.mx)

José María **Chamoso** Sánchez  
Universidad de Salamanca, USAL  
España  
[jchamoso@usal.es](mailto:jchamoso@usal.es)

María Teresa **González** Astudillo  
Universidad de Salamanca, USAL  
España  
[maite@usal.es](mailto:maite@usal.es)

### Resumen

Algunas investigaciones señalan que al participar en una actividad mediada por foros virtuales, los estudiantes tienen la oportunidad, además de adquirir habilidades matemáticas y aprender procedimientos, explicar y justificar su propio pensamiento, discutir sus apreciaciones y utilizar las matemáticas de manera efectiva en diferentes situaciones de resolución de problemas. En este trabajo se analizan las interacciones entre estudiantes de ingeniería en un foro virtual al desarrollar una actividad de modelación matemática en un curso de ecuaciones diferenciales. Se utilizó un esquema de categorías para describir cómo participan los estudiantes al desarrollar un proyecto de modelación matemática en un entorno de aprendizaje basado en web. Los resultados indican que los niveles de interacción producidos en las aportaciones en el foro sugieren que el fácil acceso a la tecnología no es una condición suficiente para propiciar la participación activa y conseguir un alto nivel de interacción.

*Palabras clave:* Foros virtuales, Interacción, Modelación matemática, Ecuaciones Diferenciales, Ingeniería.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente se están llevando a cabo muchos esfuerzos para implementar otras maneras de enseñar matemáticas introduciendo instrumentos que incluyan nuevas herramientas tecnológicas, variando enfoques pedagógicos y métodos para involucrar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En concreto, referido a la tecnología, los centros educativos deben asegurarse que los estudiantes tengan acceso a ella y los profesores deben maximizar el potencial de las TIC para desarrollar la comprensión de los estudiantes, estimular su interés e incrementar sus posibilidades en matemáticas (NCTM, 2000).

En la actualidad, los estudiantes son más capaces de comunicarse, discutir problemas o intercambiar ideas con sus compañeros de clase de manera efectiva a través de las herramientas de comunicación mediada por computadora. Las discusiones en línea que animan a los estudiantes a participar e interactuar en un entorno de aprendizaje se están convirtiendo en un método al que se recurre para la enseñanza y el aprendizaje en diversas asignaturas. El profesor, el estudiante, el objeto de conocimiento y los objetivos de enseñanza son los elementos de cualquier práctica educativa, pero la interacción entre ellos es la que determina esa práctica y es, al mismo tiempo, el elemento intrínseco de la efectividad de cualquier entorno educativo, especialmente en el aula de matemáticas (Cordero, 2011).

En los últimos años, el uso de redes de computadoras y en particular Internet para propósitos de enseñanza y aprendizaje ha recibido mucha atención, y se ha enfatizado el uso de estos recursos como medios de comunicación. En este sentido la comunicación asincrónica tiene un reconocido potencial para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje haciendo posible la discusión entre un grupo y el acceso de otros participantes para la socialización y la comunicación (Silva & Gros 2007). Además, la comunicación asincrónica puede apoyar el desarrollo de funciones cognitivas tales como articulación, reflexión y negociación de los conceptos (Rodríguez & Clares, 2006). Una ventaja del uso de los foros virtuales es que el texto de las interacciones está disponible para estudiarse desde diversos puntos de vista por parte de investigadores y profesores. Algunos investigadores (Hara, Bonk, & Angeli; 2000; Naidu & Järvellä, 2006) afirmaron que la capacidad asincrónica de los foros virtuales permite que los alumnos tengan algún control sobre sus aportaciones a medida que aumenta el tiempo de respuesta y proporciona oportunidades para un aprendizaje reflexivo.

Esto conduce a que, en los cursos de matemáticas, el uso de foros virtuales permitiría a los estudiantes tener tiempo para analizar, reflexionar y negociar mientras se lleva a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje, y a los profesores evaluar las habilidades de pensamiento expuestas durante el desarrollo del foro. Esta investigación tiene como propósito analizar las interacciones entre estudiantes de ingeniería en un foro virtual al realizar una actividad de modelación matemática.

### **Antecedentes**

Tras analizar la solución de problemas de matemáticas de estudiantes de secundaria, en un entorno de colaboración asistido por computadora, Hürme y Järvelä (2005) concluyeron que el trabajo con tecnología en red contribuye a que los estudiantes utilicen sus conocimientos matemáticos y los estimula a hacer visible su pensamiento. Sin embargo, señalaron que existen algunas dificultades al emplear estos entornos, ya que el dominio matemático consiste en símbolos, fórmulas y teoremas, lo cual podría implicar algunas limitaciones en las discusiones en red y en la negociación en comparación con otras asignaturas.

Nason y Woodruff (2005) realizaron una investigación con el propósito estudiar si la integración de un enfoque discursivo, y una perspectiva de solución de problemas basada en modelos dentro del contexto de un foro virtual mejora y enriquece la autenticidad de las actividades matemáticas de los estudiantes y su comprensión sobre la naturaleza y el discurso de la matemática. En sus resultados los investigadores observaron elementos importantes de la actividad tales como la búsqueda colectiva de la comprensión de los conceptos clave de matemáticas, y la mejora incremental de modelos matemáticos que pone de manifiesto el principio de ideas mejorables.

Para Rodríguez y Clares (2006) una perspectiva útil para analizar la comunicación a través de foros virtuales es la interactividad. Con el propósito de ir más allá de la descripción de los mensajes en foros, analizaron la interacción grupal, y se basaron en una experiencia de trabajo con entornos de aprendizaje con foros virtuales. Se usó un sistema de categorías para analizar las conductas interactivas que promuevan el pensamiento crítico. Los resultados mostraron que el desarrollo eficaz de los temas de debate en los foros, guarda alguna relación en el modo en cómo los participantes estructuran el diálogo. Los investigadores comprobaron que los alumnos suelen reaccionar a las opiniones de sus compañeros justificando su posición respecto a las ideas que se expresan y dando respuesta a las preguntas formuladas. El foro crea un espacio donde los alumnos pueden manifestar ampliamente su acuerdo o desacuerdo acerca de las opiniones expresadas por otros compañeros. Sin embargo, la participación en este sentido resultó ser escasa, pues aunque los alumnos aclararon su posición respecto a una idea previamente expresada, no emitían argumentos claros para justificar su postura. Los investigadores concluyen que para lograr que los estudiantes interactúen unos con otros de manera más activa, es necesario implementar actividades o tareas.

En esta línea Zhu (2006) analizó los tipos de interacción que se producen durante las discusiones en línea, analizó los niveles de compromiso cognitivo de los estudiantes en cada debate, y exploró sus efectos e implicaciones para el aprendizaje y la enseñanza en la educación superior. Mediante la combinación de métodos de análisis de redes sociales con un análisis cualitativo de contenido, la investigación exploró nuevas metodologías para el análisis de la participación, la interacción y el aprendizaje que tienen lugar. Los resultados señalan que es poco realista suponer que la discusión en línea se activará y mejorará la interacción entre los estudiantes y los instructores y entre los propios estudiantes bajo cualquier circunstancia. El estudio también confirma que la interacción no se limita a ocurrir debido a la discusión en línea, pero debe estar integrada intencionalmente en la discusión y el curso y alimentada por el profesor y los estudiantes. Otros factores que contribuyeron a los tipos de interacción podrán ser el papel de los instructores en la discusión, y la facilitación de preguntas de discusión.

Sin embargo, se ha observado que existe limitada evidencia de investigaciones sobre el uso de foros virtuales en actividades de aprendizaje en asignaturas de matemáticas con estudiantes universitarios, a pesar de que algunos investigadores han mostrado que los foros son una herramienta que puede utilizarse en diversas disciplinas y además, brindan algunas posibilidades educativas que apoyan al proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **Fundamentación teórica**

El foro virtual puede considerarse como un centro de discusión acerca de un tema en particular, que concentra opiniones de varias personas en distintos lugares, de forma asincrónica, y que permite compartir reflexiones, búsquedas y hallazgos, así como resolver problemas

mediante las respuestas a las preguntas generadoras de discusión (Ornelas, 2007). La interacción debe considerarse como un punto importante en el desarrollo y análisis de contextos virtuales que proporcionan experiencias de enseñanza y aprendizaje de calidad (Silva & Gros, 2007).

Un aspecto complejo en el análisis del proceso interactivo durante la comunicación a través de foros virtuales surge a partir de la necesidad de establecer sistemas de análisis del texto de los mensajes. Las herramientas para analizar el discurso producido en foros virtuales han tenido una interesante evolución. La investigación en el área del aprendizaje colaborativo a través de foros virtuales se basa en una amplia variedad de metodologías, una de estas es el análisis de contenido, una técnica que se usa frecuentemente para analizar las aportaciones de grupos mediada por computadora en ámbitos educativos.

Llinares y Valls (2009) diseñaron un esquema de categorías con el propósito de describir las características de las interacciones en discusiones en línea, cuando los estudiantes para profesor examinan y analizan la enseñanza de las matemáticas como un proceso para desarrollar las habilidades necesarias para aprender a partir de la práctica y construir conocimiento. Este modelo proporciona información sobre el proceso en el cual participan los estudiantes con el fin de llevar a cabo las tareas en conjunto con los demás, como se dedican a la construcción de significados con otros, y cómo utilizan las ideas teóricas como herramientas.

En términos de interacciones en foros virtuales, hay que recordar que una ventaja de las herramientas de comunicación asíncrona es el marco de tiempo que permite construir una pausa en la comunicación, algo importante para la absorción e integración de materiales, creatividad y conexión profunda entre estudiantes (Silva & Gross, 2007).

### **Objetivo**

Esta investigación tuvo como propósito analizar las interacciones entre estudiantes de ingeniería en un foro virtual al realizar una actividad de modelación matemática.

### **Metodología**

A continuación se describen los aspectos metodológicos de la investigación realizada.

### **Contexto y participantes**

La experiencia se llevó a cabo durante dos cursos consecutivos (curso A y curso B), en el desarrollo de la asignatura Ecuaciones Diferenciales, que se imparte en el primero de los 4 años de los estudios de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC), carrera que oferta la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM-IPN), en México. La asignatura tiene como principal objetivo que el alumno aprenda a formular modelos matemáticos de problemas de ingeniería con ecuaciones diferenciales, en particular de teoría de circuitos eléctricos.

La asignatura Ecuaciones Diferenciales se organizó a través de una plataforma web en el sistema gestor de contenidos educativos de libre acceso MOODLE, que la Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual (UTEyCV) del centro educativo (ESCOM) ponía a disposición de los profesores para el desarrollo de cursos.

En esta investigación, en un primer curso A, participaron en la experiencia 26 estudiantes (8 mujeres, 31%, y 16 hombres, 69%), organizados en 5 grupos de trabajo. En un segundo curso B, participaron 27 estudiantes (6 mujeres, 22%, y 21 hombres, 78%), organizados en 5 grupos.

### **Desarrollo de la experiencia**

La plataforma web y su funcionamiento se presentaron a los estudiantes al inicio del semestre en el laboratorio de cómputo, donde cada estudiante generó una cuenta de ingreso. Además se les informó que, aunque todas las sesiones del curso se iban a desarrollar de manera presencial, toda la información sobre el desarrollo de la asignatura, los materiales, los documentos de trabajo y las actividades que había que realizar, así como la entrega de las mismas, se haría a través de la plataforma.

Los estudiantes llevaron a cabo un *Proyecto* usando la plataforma del curso, que tenía como objetivos formular, resolver, interpretar, justificar y analizar modelos matemáticos con ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), y consideran el proceso de modelación matemática organizado en nueve etapas, diseñado específicamente para la experiencia y que se trabajó en el aula con los estudiantes. El proyecto se desarrolló de la siguiente manera:

- 1) Cada estudiante del curso eligió un problema de valores iniciales (PVI) de segundo orden, de la colección de ejercicios y problemas del curso.
- 2) Los estudiantes se organizaron en grupos de trabajo de unos 5 integrantes, donde cada uno aportó su problema seleccionado.
- 3) Se estableció en la plataforma web de la asignatura una sección F1 de un foro de discusión general en cada grupo para que, conjuntamente, se eligiera un problema entre los propuestos por cada integrante y que pudiera adaptarse a una situación de la vida real.
- 4) Se organizó un foro de discusión (sección F2) en cada grupo para resolver el problema propuesto y elaborar, de forma conjunta, un trabajo inicial consistente en una presentación en PowerPoint (presentación inicial PI), teniendo en cuenta las etapas del proceso de modelación matemática con EDO, que se presentó en el aula (Figura 2). Después de finalizar la sección F2, los trabajos se expusieron en el aula y quedaron a disposición de todos los estudiantes en la plataforma de la asignatura.
- 5) Se estableció una tercera sección F3 del foro en cada grupo para evaluar en conjunto una de las presentaciones (PI) que se expusieron en el aula, de manera que todas fueran seleccionadas. Los estudiantes debían discutir con sus compañeros del grupo de trabajo sobre los elementos del trabajo que consideraban se deberían revisar para favorecer la comprensión del proceso de modelación matemática.
- 6) Cada grupo de trabajo tuvo acceso a los mensajes de la sección F3 del foro en el que se evaluó su presentación inicial (PI) y, tras revisar los comentarios sobre su trabajo, elaboraron una presentación final (PF).

Los estudiantes del curso A realizaron el punto 5 del *Proyecto* de forma diferente al tener que evaluar, cada grupo, en la sección F3 del foro, la propia presentación inicial (PI).

Las secciones F1 y F2 del foro estuvieron activas durante 10 días y, la sección F3, 5 días. El debate en cada una de las secciones del foro comenzó con un mensaje del profesor, que contenía las indicaciones para participar, así como una pregunta que podía ser respondida por cualquiera de los integrantes de los grupos de trabajo. El profesor no participó en ninguno de los foros durante el desarrollo del debate.

### **Recogida de datos y análisis de la información**

Los datos recogidos en esta experiencia fueron los mensajes de los estudiantes en el foro virtual durante el desarrollo del *Proyecto* en sus diferentes secciones.

Los mensajes de los estudiantes en el foro al desarrollar el *Proyecto* fueron transcritos y se organizaron en unidades de análisis. Se tomó como unidad de análisis (UA) cada idea con significado propio, entendida como una unidad única de pensamiento que expresaba una única información, extraída de un segmento de la aportación (Rourke, Anderson, Garrison & Archer, 2001). Así, un mensaje puede contener varias unidades de análisis.

Para clasificar las unidades de análisis se realizó una adaptación del modelo de Llinares y Valls (2009) utilizado cuando estudiantes para maestro interactuaban para generar competencias profesionales relativas a la interpretación de la enseñanza de la resolución de problemas en educación primaria. El modelo seleccionado (Tabla 1) permite que el proceso de implicación cognitiva producido en el contexto de la interacción resuelva aspectos entre los participantes, se propongan soluciones, se respondan comentarios adicionales y se presenten contrapropuestas.

Tabla 1

*Plantilla de valoración para clasificar las aportaciones de los estudiantes según el tipo de interacción (adaptado de Llinares & Valls 2009).*

| Tipo de interacción en un debate virtual   |  |
|--|--|
| Categoría  | Indicadores  |
| Aporta información (I): Aporta nuevos datos relacionados con lo que se pide en la tarea.                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribución inicial como respuesta a las preguntas planteadas por el profesor.</li> <li>- Realiza preguntas que pueden conducir a la reflexión, a la revisión de una contribución o a la ampliación de la información proporcionada.</li> <li>- Introduce nuevos aspectos o propone una nueva idea.</li> </ul> |
| Aclara (CL): Amplía o refina una aportación previa, ya sea propia o de otro participante.                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subraya, explicita o explica aspectos considerados previamente.</li> <li>- Demanda la aclaración de algún concepto o idea utilizado en alguna aportación.</li> <li>- Responde preguntas de aclaración o de reflexión que se han planteado.</li> </ul>   |
| Coincide (C): Manifiesta conformidad y apoyo hacia una aportación determinada.                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indica que está de acuerdo con alguna o algunas de las aportaciones previas.</li> </ul>   |
| Coincide y amplía (CA): Concuere y amplía aspectos mencionados en otras aportaciones.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indica que está de acuerdo con alguna(s) de las aportaciones previas, y además añade argumentos para apoyar su participación.</li> </ul>  |
| Discrepa (D): Muestra desacuerdo con datos aportados previamente.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indica que no está de acuerdo con alguna(s) de las aportaciones previas.</li> </ul>   |
| Discrepa y amplía (DA): Muestra desacuerdo con una contribución acompañado de argumentos que lo respaldan. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indica que no está de acuerdo con alguna(s) de las aportaciones previas, y además añade argumentos para apoyar su participación.</li> </ul>   |
| Otros (O): Aporta datos que no están relacionados con lo que se pide en la tarea.                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduce elementos en la conversación que son ajenos al desarrollo de una tarea.</li> </ul>  |

Después de realizar la clasificación anterior, las categorías se agruparon en tres niveles de acuerdo al nivel de interacción en que se desarrollaron las aportaciones de los estudiantes en el foro y teniendo en cuenta la tarea que debían realizar en cada sección del foro (Tabla 2).

Tabla 2

Plantilla de valoración para clasificar las aportaciones de los estudiantes según el nivel de interacción.

| Nivel de interacción en un debate virtual  |                             |
|--|-----------------------------|
| Nivel  | Categoría                   |
| Aporta información (0): Aporta ideas que no se han considerado previamente   | Proporciona información (I) |
| Interactúa (1): Menciona ideas que han surgido de un aspecto considerado previamente por los compañeros o por él mismo | Aclara (CL)                 |
|  | Coincide (C)                |
|  | Discrepa (D)                |
| Interactúa y amplía (2): Amplía aspectos que han surgido en una aportación previa                                      | Coincide y amplía (CA)      |
|  | Discrepa y amplía (DA)      |

A cada UA se le asignó la categoría correspondiente en cuanto al nivel de interacción (Tabla 2). Las frecuencias, en valores absolutos y porcentajes, se recogieron en tablas en función de las categorías desarrolladas teniendo en cuenta los grupos en los que los estudiantes se organizaron para cada sección del foro, el curso e indicando las cadenas de conversación que se habían construido. Posteriormente se compararon los porcentajes del nivel de interacción en las diversas partes del foro F1, F2 y F3. Se aplicó una prueba no paramétrica ji-cuadrada para determinar si las frecuencias de los niveles de interacción eran similares en las aportaciones de los estudiantes del curso A y las aportaciones de los estudiantes del curso B, y establecer si la manera en que interaccionaron los estudiantes en el foro dependió de la forma de desarrollar el *Proyecto* de modelación matemática con EDO.

### Resultados

Inicialmente se realizó la distribución de las unidades de análisis (UA) de las aportaciones en el foro de los estudiantes en cada grupo de trabajo, y en cada uno de los cursos A y B, en función de las categorías consideradas respecto al tipo de interacción. Posteriormente, las unidades de análisis (UA) de las aportaciones en el foro de los estudiantes, en los grupos de trabajo y en cada uno de los cursos A y B, se organizaron en función de las categorías consideradas respecto al nivel de interacción (Tabla 3; no se consideró la categoría *Otros*).

Se observa que, en general, que los estudiantes de cada grupo, al participar en el foro, interaccionaron más con sus compañeros (nivel 1, 57%) que aportaron información (nivel 0, 32%), alcanzando el mayor nivel de interacción (nivel 2, 11%) en un porcentaje considerablemente menor al de los otros dos niveles.

Al comparar los resultados del nivel de interacción entre los cursos A y B, el total de porcentajes de UA de las aportaciones en el foro de los grupos de trabajo, en ambos cursos, fue similar en diferentes categorías aunque presentaron pequeñas diferencias en nivel 0 (*Aporta información*) y nivel 1 (*Interacciona*).

Teniendo en cuenta las diversas secciones del foro se observa que, el total de los porcentajes de UA en F1 y en F2, fue similar. En la sección F3, los grupos del curso B aportaron menos información que no se había considerado previamente en el foro que los grupos del curso A (*Aporta información*) mientras que los grupos del curso B mencionaron más ideas surgidas de aspectos considerados previamente en la discusión y, por lo tanto, interaccionando con sus compañeros (*Interacciona*), que los grupos del curso A, quienes en la mayoría de sus aportaciones se refirieron a temas que no se habían mencionado en la discusión. Por otro lado, al

considerar conjuntamente las categorías *Interacciona* e *Interacciona y amplía*, se puede decir que los grupos del curso B alcanzaron mayores niveles de interacción (76%) al evaluar su propia presentación inicial (PI), que los grupos del curso A (53%), que evaluaron la presentación inicial (PI) de otro grupo de trabajo.

Tabla 3

Distribución de las UA de las aportaciones de los grupos de los cursos A y B en el foro, según el nivel de interacción.

| Sección del foro | Curso    | Nivel de interacción   |                  |                           | Total (UA) |
|------------------|----------|------------------------|------------------|---------------------------|------------|
|                  |          | Aporta Información (0) | Interacciona (1) | Interacciona y amplia (2) |            |
| F1               | A        | 86(33%)                | 141(54%)         | 33(13%)                   | 260(100%)  |
|                  | B        | 78(28%)                | 171(60%)         | 35(12%)                   | 284(100%)  |
|                  | Total F1 | 164(30%)               | 312(57%)         | 68(13%)                   | 544(100%)  |
| F2               | A        | 36(39%)                | 49(53%)          | 7(8%)                     | 92(100%)   |
|                  | B        | 69(31%)                | 130(57%)         | 27(12%)                   | 226(100%)  |
|                  | Total F2 | 105(33%)               | 179(56%)         | 34(11%)                   | 318(100%)  |
| F3               | A        | 53(47%)                | 53(47%)          | 8(6%)                     | 114(100%)  |
|                  | B        | 39(24%)                | 107(67%)         | 14(9%)                    | 160(100%)  |
|                  | Total F3 | 92(34%)                | 160(58%)         | 22(8%)                    | 274(100%)  |
| Total            | A        | 175(38%)               | 243(52%)         | 48(10%)                   | 466(100%)  |
|                  | B        | 186(28%)               | 408(61%)         | 76(11%)                   | 670(100%)  |
| Total foro       |          | 361(32%)               | 651(57%)         | 124(11%)                  | 1136(100%) |

Una prueba ji-cuadrado demostró que no existieron diferencias significativas, en cuanto al nivel de interacción en las frecuencias de las aportaciones de los estudiantes en cada grupo de trabajo en las secciones F1 [ $\chi^2(2) = 2.28$ ,  $p > 0.05$ ] y F2 [ $\chi^2(2) = 2.82$ ,  $p > 0.05$ ], cuando los estudiantes de ambos cursos realizaron las partes del *Proyecto* de la misma forma. Sin embargo, cuando los estudiantes en cada grupo trabajaron de manera diferente dependiendo de si pertenecían al curso A o curso B, es decir en la sección F3, la prueba ji-cuadrado mostró diferencias significativas entre las categorías del nivel de interacción entre los cursos A y B [ $\chi^2(2) = 14.68$ ,  $p < 0.01$ ], lo que puede hacer entender que el nivel de interacción estuvo relacionado con la forma en que los estudiantes en cada grupo evaluaron el *Proyecto* de modelación matemática. Estas diferencias en F3 hicieron que se mostraran diferencias significativas en las categorías del nivel de interacción, entre los grupos de los cursos A y B, al desarrollar el *Proyecto* de aplicación de las EDO [ $\chi^2(2) = 12.24$ ,  $p < 0.01$ ].

### Discusión de resultados

Los estudiantes, en la mayoría de sus aportaciones, interaccionaron con sus compañeros de grupo principalmente aportando información y, en menor intensidad, aclarando contribuciones previas y coincidiendo o discrepando con otros alumnos pero, usualmente, sin justificar sus puntos de vista ni aportar alternativas. Estos resultados de un bajo o medio nivel de interacción confirman los resultados del estudio realizado por Zhu (2006), que sugirió que no se puede suponer que cualquier discusión en línea fomentará y mejorará la interacción, y que no se alcanzarán altos niveles de interacción entre los estudiantes bajo cualquier circunstancia.



Hay que observar que las interacciones promovidas en el desarrollo del *Proyecto* de modelación matemática, en cada grupo, a pesar de las escasas aportaciones con alto nivel de interacción, permitieron que los estudiantes reflexionaran sobre sus ideas y planteamientos iniciales al demandar en el foro que se aclararan conceptos o ideas. Esto concuerda con los resultados de Nasoon y Woodruff (2005) que señalaron que el uso de foros en los cursos de matemáticas motiva la búsqueda de conceptos clave de matemáticas y la exploración de conjeturas.

Esta investigación se focalizó en el trabajo de los estudiantes sin intervención del profesor, quien solamente participó para explicar las instrucciones para el desarrollo de cada parte del *Proyecto* al inicio de cada sección del foro. Pero los resultados nos hacen pensar en lo referido por Rodríguez y Clares (2006) en la línea de que, en las actividades colaborativas que incluyan foros de discusión, es necesario añadir algunas estrategias para promover una interacción más intensa y activa. En concreto, es posible que las escasas aportaciones en las que los estudiantes ampliaron sus coincidencias o discrepancias con sus compañeros pudieran deberse, por ejemplo, a la necesidad de la intervención del profesor en el desarrollo del foro en algún sentido como, por ejemplo, realizando preguntas para animar o guiar la discusión.

Al estudiar cómo los estudiantes para maestro se involucran en la conceptualización de la enseñanza de las matemáticas al participar en discusiones en línea, Llinares y Valls (2009) concluyeron que el tipo de interacción que se produce en un foro varía en función de la tarea que se desarrolla. Esto pudo observarse en los resultados de este trabajo porque, aunque los tipos de interacción resultantes en dos secciones del foro (seleccionar un problema y resolver un problema) fueron similares, no ocurrió lo mismo en la otra sección del foro, cuando los estudiantes de un curso evaluaron el trabajo de otro grupo, mientras que los del otro curso lo hacían de su propio trabajo, donde se produjeron diferencias significativas tanto en los tipos como en los niveles de interacción. Por tanto este trabajo confirma estudios previos y corrobora que la forma de realizar la tarea influyó en la manera en que los estudiantes interactuaron.

### **Conclusiones**

En este trabajo se ha pretendido analizar la forma en que interaccionan en un foro virtual los estudiantes de ingeniería al realizar un *Proyecto* de modelación matemática en un curso de ecuaciones diferenciales. Este objetivo se fundamentó ante la escasez de investigaciones sobre el uso de foros virtuales en actividades de aprendizaje en asignaturas de matemáticas con estudiantes universitarios, y dada la evidencia de que los foros virtuales son una herramienta útil en diversas disciplinas y con posibilidades educativas para apoyar al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las aportaciones de los estudiantes en el foro al desarrollar el *Proyecto* de modelación matemática mostraron, en general, niveles bajos y medios de interacción, ya que principalmente aportaron información y aclararon contribuciones previas. El nivel de interacción no varió al resolver las tareas que consistían en seleccionar un problema en conjunto y resolver el problema seleccionado, pero sí lo hicieron significativamente en la tercera sección, donde fue más alta en el curso donde cada grupo revisó su propio trabajo frente al otro curso donde cada grupo revisó el trabajo de otro grupo.

Este trabajo nos ha hecho considerar que las interacciones desarrollan muchas funciones fundamentales en el proceso educativo. Como se pudo observar, una de las características más significativas fue que los mensajes electrónicos estaban a la vista de todos los participantes del

debate, lo cual provoca que los textos de los mensajes pudiera buscarse, sus contenidos se pudieran visualizar y examinar varias veces, y el texto se pudiera reestructurar. Por lo tanto, hay que reconocer que los foros virtuales son una poderosa herramienta de comunicación y trabajo colaborativo que fomentaron la participación de una forma reflexiva, frente a otras herramientas de comunicación, donde la inmediatez es un obstáculo para la reflexión y el análisis.

Así mismo, se debe considerar que no es suficiente que los estudiantes completen las tareas, sino que se les debe animar a reflexionar sobre su actividad, por ejemplo, al pedirles que justifiquen un método de solución. En este sentido, hemos observado que el uso de foros virtuales puede crear oportunidades para el diálogo y la reflexión.

Esto abre una futura línea de trabajo para descubrir si esos resultados son similares con otros estudiantes y otras tareas, e incluso en diferentes contextos, y así, poder analizar las circunstancias en que se producen.

Como limitaciones de la investigación, se puede decir que las herramientas utilizadas para analizar la interacción de las aportaciones de los estudiantes, que fueron adaptadas para esta experiencia, necesitarían más experimentación. En este sentido hay que considerar que, algunas veces, según las aportaciones realizadas en las tareas desarrolladas en el foro, fue complejo utilizar las categorías utilizadas. Hay que recordar que, por ejemplo, el modelo de Llinares y Valls (2009), que fue adaptado para este trabajo, fue diseñado por sus autores para describir las interacciones de estudiantes para maestro cuando participan en discusiones en línea para resolver un conjunto de tareas en un entorno de aprendizaje. Por lo tanto, consideramos que es necesario investigar para mejorar el modelo de categorías de acuerdo al contexto de ingeniería.

Hay que considerar además, que los estudiantes y profesores que participaron en la experiencia no estaban familiarizados con el uso de foros virtuales para desarrollar actividades académicas relacionadas con matemáticas, por lo tanto debe considerarse el hecho de preparar a los profesores en la introducción de estas herramientas en el aula, por ejemplo a través de talleres.

Los resultados obtenidos pueden abrir perspectivas de investigación, al considerar que al analizar además la profundidad de las aportaciones, se podría determinar no solo la manera en que interaccionan los estudiantes para negociar mientras se lleva a cabo el debate sobre el desarrollo de una tarea o un conjunto de tareas, sino también el nivel de reflexión que presentan los estudiantes durante un debate en línea. También puede considerarse a partir de estos resultados, ampliar la investigación considerando el impacto o los efectos del uso de foros considerando las interacciones de los estudiantes. Estos efectos podrían determinarse a partir de analizar la forma en que modifican o realizan cambios a sus trabajos desarrollados durante el *Proyecto*, como consecuencia de interaccionar en el foro.

La investigación podría realizarse de nuevo utilizando algún software para resolver, analizar y llevar a cabo predicciones del modelo matemático, y poder comparar los resultados con la experiencia realizada. También podría plantearse utilizando otras herramientas basadas en web como chats o blogs, y comparar con los resultados obtenidos al usar foros virtuales.

Esta investigación puede representar un primer paso para considerar los foros virtuales como herramientas educativas que se incluyan en la organización de actividades en el aula en los cursos de matemáticas en ingeniería, para promover interacciones entre los estudiantes. También hay que añadir que la incorporación de foros virtuales al implementar una estrategia didáctica

puede extenderse, con un diseño apropiado, a otras asignaturas no necesariamente relacionadas con matemáticas.

### Referencias

- Chamoso, J., & 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.
- Cordero, F. (2001). La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (RELIME)*, 4(2), 103-128.
- Gunawardena, L., Lowe, C., & Anderson, T. (1997). Interaction analysis of a global on-line debate and the development of a constructivist interaction analysis model for computer conferencing. *Journal of Educational Computing Research*, 17(4), 395-429.
- Hara, N., Bonk, C., & Angeli, C. (2000). Content Analysis of online discussion in an applied educational psychology course. *Instructional Science*, 28, 115-152.
- Henri, F. (1991). Computer conferencing and content analysis. En A. R. Kaye (Ed.), *Collaborative learning through computer conferencing: The Najaden papers* (pp. 117-136). London: Springer-Verlag.
- Hürme, T-R., & Järvelä S. (2005). Students' activity in computer-supported collaborative problem solving in mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10, 49-73.
- Llinares, S., & 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.
- Naidu, S., & Järvelä, S. (2006). Analyzing CMC content for what? *Computers & Education*, 46, 96-103.
- Nason, R., & Woodruff, E. (2003). Fostering Authentic, Sustained, and Progressive Mathematical Knowledge-Building Activity in Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) Communities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(4), 345-363.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- Ornelas, D. (2007). El uso del Foro de Discusión Virtual en la enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44, 4-10.
- Rodríguez, V., & Clares, J. (2006). Análisis de la integración grupal para la construcción del conocimiento en entornos de comunicación asincrónica. *Revista Complutense de Educación*, 17(2), 155-168.
- Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D. R., & Archer, W. (2001). Methodological issues in the content analysis of computer conference transcripts. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12, 8-22.
- Silva, J., & 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.
- Zhu, E. (1998). Learning and mentoring: Electronic discussion in a distance learning course. En C. Bonk, & K. King (Eds.), *Electronic collaborators: Learner centered technologies for literacy, apprenticeship, and discourse* (pp.233-259). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.