

Video and cooperative work as didactic strategies to enrich learning and development of generic competences in Numerical Methods

Norka Bedregal-Alpaca
Departamento Académico de Ingeniería
de Sistemas e Informática
Universidad Nacional de San Agustín
Arequipa-Perú
nbedregal@unsa.edu.pe

Doris Tupacyupanqui-Jaén
Departamento Académico de
Matemáticas
Universidad Nacional de San Agustín
Arequipa-Perú
dtupacyupanqui@unsa.edu.pe

Víctor Cornejo-Aparicio
Departamento Académico de Ingeniería
de Sistemas e Informática
Universidad Nacional de San Agustín
Arequipa-Perú
vcornejo@unsa.edu.pe

Abstract— This paper analyzes the incidence of using educational video and cooperative work as didactic strategies (mediated by ICT) applied to teaching and learning processes of the Numerical Methods in the training of Systems Engineering students of the National University San Agustín. As support tools, MOODLE platform is used to host the virtual classroom of the subject and also a YouTube channel. We work with students enrolled in the subject Numerical Methods, who as a result of the experience perceive they have contributed to deepen the topics developed, the motivation has been increased and they have been given the opportunity to develop their creativity and capacity for expression. Within the results obtained, it was evident that the integration of these strategies improved learning results of the students and contributed to the development of the proposed competences. It was concluded that it's necessary to continue investigating other strategies and tools that can be used to improve the educational process.

Keywords— numerical methods, moodle, ICT, competences, cooperative work, educational video

I. INTRODUCCIÓN

Las transformaciones políticas, sociales, económicas y culturales que enfrenta la sociedad la llevan a demandar, cada vez más, la formación de individuos autónomos, creativos, colaborativos, competentes y responsables; lo que plantea nuevos y grandes retos al sistema educativo.

En el ámbito de la educación superior surge la necesidad de proporcionar una formación integral a sus estudiantes, formación que les permita responder competentemente a los requerimientos de las estructuras productivas, convivir en la diversidad y actuar responsablemente en las diferentes esferas de la vida. Luego, es responsabilidad del docente el buscar nuevas estrategias didácticas que respondan a este fin.

Los autores de este trabajo identificaron una necesidad pedagógica, en el desarrollo de la asignatura Métodos Numéricos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA), Arequipa – Perú; era necesario poner mayor atención al ambiente de aprendizaje a generar y a las tareas a proponer de modo que se promuevan la motivación, el interés, el desarrollo de competencias y los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Esta realidad planteaba un gran desafío que debía involucrar a docentes y estudiantes, ¿Cómo solucionarlo? ¿Con qué medios se contaba para superarlo?

Siendo el vídeo didáctico un recurso de apoyo a la práctica educativa, que brinda información pertinente y

concreta [1], se evaluaron características como disponibilidad permanente, formato multimedia, y facilidad de conservación y reproducción y se optó por esta estrategia. Sin embargo, aún quedaba pendiente la forma de involucrar a los estudiantes haciéndolos responsables de su aprendizaje, es así que considerando los buenos resultados obtenidos en experiencias anteriores [2] se decidió por el Aprendizaje Cooperativo.

El aprendizaje cooperativo se basa en la interacción de los estudiantes, no es competitivo ni individualista, es un mecanismo colaborador para que cada quien mejore su aprendizaje y el de los demás; por lo que lleva a conseguir los objetivos de aprendizaje y a desarrollar competencias sociales.

En este trabajo se describe la experiencia de la producción de videos educativo, realizada por los mismos estudiantes, con el objetivo de afianzar el conocimiento de diversos algoritmos propios de los Métodos Numéricos.

Los Métodos Numéricos son procedimientos diseñados para encontrar soluciones “aproximadas” a problemas matemáticos complejos utilizando sólo las operaciones más simples de la aritmética; requieren de una secuencia de operaciones algebraicas y lógicas que producen una aproximación eficiente a la solución del problema; problemas que involucran: cálculo de derivadas, integrales, ecuaciones diferenciales, solución de sistemas de ecuaciones, operaciones con matrices, interpolaciones, ajuste de curvas. Por tanto, los Métodos Numéricos son adecuados para la solución de problemas comunes de ingeniería, ciencias y administración, utilizando computadoras electrónicas.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

En [3] se describe el desarrollo de una propuesta desarrollada en la asignatura Cálculo Avanzado de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Los estudiantes elaboran un Trabajo Integrador de Conocimientos, guiados por los docentes articulan en forma equilibrada y coherente los contenidos del programa de la asignatura con un problema específico y relevante del ámbito de la Ingeniería Civil.

En [4] se explica el diseño de una intervención educativa basada en un problema de ingeniería asociado a la dinámica de un brazo robótico, en la asignatura Matemática Avanzada de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina

En [5] se presenta el diseño de un software educativo para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los

contenidos temáticos de Cálculo Numérico. Trabaja el tema: Resolución numérica de ecuaciones no lineales.

En [6] se analiza la incidencia de las TIC en el proceso de enseñanza de los métodos numéricos en la formación de los estudiantes de ingeniería de sistemas de la Corporación Universitaria de la Costa (CUC), se propone identificar cómo el uso de las TIC afecta este proceso de enseñanza, así como establecer cuáles son las herramientas tecnológicas usadas por los docentes.

III. OBJETIVOS

El objetivo principal es diseñar una estrategia basada en videos educativos y trabajo cooperativo, que le permita al estudiante potenciar su aprendizaje de la asignatura Métodos Numéricos y desarrollar algunas de las competencias definidas para un Ingeniero de Sistemas.

Para contribuir a este fin se plantearon como objetivos secundarios:

- Crear una videoteca que contenga la solución de ejercicios que cubran los temas de la asignatura Métodos Numéricos y alojarla en la red social YouTube, atendiendo a los principios de accesibilidad y usabilidad permanente.
- Diseñar una estrategia didáctica utilizando Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que sea acorde al modelo educativo basado en el desarrollo de competencias.
- Implementar un ambiente educativo propicio para la enseñanza y aprendizaje de los Métodos Numéricos.
- Utilizar recursos que dinamicen los procesos de enseñanza-aprendizaje (interacción, consulta y evaluación), tales como correo electrónico y plataforma educativa institucional, herramientas web, herramientas audiovisuales, motores de búsqueda de información, etc.

IV. LA ASIGNATURA: MÉTODOS NUMÉRICOS

A. Características

La asignatura Métodos Numéricos es de naturaleza Teórico – Práctica, es obligatoria en el cuarto semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional San Agustín (UNSA), Arequipa, Perú.

El contenido de la asignatura es amplio, inicia con teoría de errores, desarrolla los modelos matemáticos sobre los temas de: ecuaciones no lineales en 1 y 2 variables, sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, interpolación de funciones, integración y diferenciación numérica y ecuaciones diferenciales. La asignatura prerrequisito es Álgebra Lineal.

El desarrollo presencial de la asignatura se complementa con el aula virtual alojada en la plataforma institucional (MOODLE 3.2). La implementación del aula virtual de la asignatura se inició con la cohorte anterior (2016) y se mejoró en el semestre en el que se desarrolló la propuesta (2017-II).

En concordancia con el reglamento de la universidad, la evaluación es permanente y sistemática y se realiza en tres fases; en cada una de ellas se consignan en el sistema

académico de la universidad dos tipos de evaluación: examen y continua. Dadas las características de la propuesta, que se describen más adelante, se vio por conveniente que las actividades relacionadas con ella aportarían el total de calificaciones para los dos tipos de evaluación de la tercera fase.

B. Competencias definidas en el sílabo

Con el desarrollo de esta asignatura se busca que el estudiante adquiera competencias específicas:

- Evalúa la posibilidad de utilizar, de manera eficiente, métodos numéricos para la solución de modelos matemáticos que provienen de la ciencias e ingenierías.
- Abstrae, analiza y construye el modelo matemático que describe un problema práctico al que no se le puede encontrar soluciones exactas.
- Resuelve eficientemente un problema, lo analiza y encuentra soluciones numéricas aproximadas y confiables, utilizando el método apropiado.
- Programa algoritmos numéricos en un lenguaje de propósito general.

Así mismo, la asignatura debe contribuir al desarrollo de un conjunto de competencias transversales:

- Concibe, analiza, proyecta y diseña soluciones en relación con su profesión de ingeniero de sistemas.
- Maneja e interpreta información de la realidad.
- Interactúa dentro de un equipo de trabajo para el desarrollo de ejercicios y proyectos.
- Se expresa con corrección cuando sustenta y argumenta sus opiniones.
- Actúa con compromiso y responsabilidad, participando activamente en el desarrollo de las actividades de la asignatura.

C. Desarrollo de la asignatura

El desarrollo de la asignatura integra sesiones presenciales teórico-prácticas, sesiones de laboratorio y encuentros y actividades soportadas por el aula virtual.

En las sesiones presenciales, en adición a la clase magistral, se realizan actividades cuyo objetivo es conseguir en los estudiantes aprendizajes significativos y una actitud crítica frente los contenidos presentados.

En las sesiones de laboratorio, los estudiantes traducen el método o algoritmo de solución a un software específico como un conjunto detallado y secuenciado de operaciones, aplicaciones que les permiten encontrar las soluciones estimadas de ejercicios y problemas. Al desarrollar las actividades de manera autónoma, los estudiantes relacionan la actividad matemática con el material manipulativo (computadora y software), lo que contribuye a la construcción del pensamiento matemático. En las sesiones de laboratorio no se implementan los métodos numéricos mediante el uso de lenguajes de programación pues el objetivo no es desarrollar las habilidades de programación, se eligió el uso de software específico: MatLab y Excel que incluyen comandos de aplicaciones

numéricas y simbólicas que facilitan la comprensión de los métodos al visualizar el proceso y sus elementos intermedios.

El uso del aula virtual, como complemento a la actividad presencial, permite combinar las actividades que se desarrollan en estos dos ambientes. El aula virtual no solo es un espacio utilizado para distribuir información, se incluye interactividad, comunicación con el profesor y entre estudiantes, búsqueda de información y formas de evaluación; en algunos casos en sincronía y otros en asincronía permitiendo una mejor distribución del tiempo de profesor y estudiantes.

D. Problemática de la asignatura

El rechazo a las Matemáticas se sustenta en la dificultad objetiva de la disciplina misma y en la manera subjetiva con que el estudiante afronta esta dificultad [7].

Al igual que las otras asignaturas de la componente matemática del plan de estudios, Métodos Numéricos tiene un alto índice de reprobación, el promedio histórico supera el 45%.

En la Tabla 1, se muestra la estructura de las asignaturas de la componente matemática del plan de estudios.

TABLA 1. ASIGNATURAS DE BASE MATEMÁTICA HASTA EL SEGUNDO AÑO

Sem	Asignatura	Pre requi	Cr	Carga Horaria		
				T	T-P	L
I	(1) Cálculo en una variable	-	4	2	4	
	(2) Estructuras Discretas I	-	3	2	2	
II	(3) Cálculo en Varias Variables	(1)	4	2	4	
	(4) Estructuras Discretas II	(2)	3	2	2	
III	(5) Estadística Matemática	-	4	2	2	2
	(6) Álgebra Lineal	(3)	4	2	2	2
IV	(7) Métodos Numéricos	(6)	4	2	2	2

En estudios realizados sobre el rendimiento académico en la UNSA [8], se determinó que, en ninguna de las asignaturas del primer y segundo semestre (cohortes 2011 – 2016) se logró un promedio aprobatorio; más aún la calificación promedio obtenida por los estudiantes que aprobaron estas asignaturas es cercana a los doce puntos en la escala vigesimal. Información que revela poco dominio de los conocimientos necesarios para enfrentar las asignaturas de los semestres superiores, en particular la asignatura Métodos Numéricos. Por otro lado, para asimilar los conceptos y entender los algoritmos propios de la asignatura se requiere de estrategias cognitivas de orden superior.

En consecuencia con el modelo educativo institucional, basado en el desarrollo de competencias, las actividades deben contemplar que los estudiantes desarrollen la dinámica de trabajo en equipo y la presentación y defensa de sus trabajos. En experiencia anterior [2], se lograron buenos resultados del trabajo cooperativo, los informes escritos tenían calidad académica, sin embargo, la defensa oral de los mismos fue de muy baja calidad. Fue así que, se consideró necesario trabajar más en actividades orientadas al desarrollo de competencias genéricas.

A la problemática descrita se suma el hecho de que el grupo con el cual se trabajó la propuesta era numeroso, por lo general 58 estudiantes en las sesiones teóricas y teórico-prácticas, los que se distribuían en dos grupos para las sesiones de laboratorio.

V. METODOLOGÍA

A. Muestra

No existe muestra, la población en estudio está conformada por 58 estudiantes (4 abandonaron el curso), de la Escuela Profesional de ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de San Agustín (Arequipa, Perú), que habiendo aprobado Álgebra Lineal (desarrollado bajo la metodología tradicional), se matricularon en Métodos Numéricos (semestre 2017-II).

B. Recursos

Para [9] y [10], es tan importante que el material educativo sea idóneo, enfocado en el estudiante y que le resulte atractivo, como utilizar un repositorio adecuado y de fácil acceso.

Como espacio de alojamiento de los videos, producto de la experiencia, se propuso un canal de YouTube y para la comunicación y seguimiento de las actividades relacionadas se utilizó el aula virtual de la asignatura implementada en la plataforma MOODLE de la UNSA. Figura 1.



Fig. 1. Portada del aula virtual en el LMS Moodle institucional

Actualmente los teléfonos móviles han evolucionado a tal punto que sus cámaras son de alta resolución y cuentan con software que permite enriquecer los resultados y obtener imágenes de mayor calidad, por todo ello, se consideró que podrían ser utilizadas para la producción de los videos. No obstante, quienes no tuvieran estos dispositivos al alcance podrían hacer uso de la cámara filmadora compacta disponible en la escuela.

C. Técnicas

Para explicar la percepción de los estudiantes en relación a la producción de videos y la actividad de trabajo cooperativo como estrategias didácticas, se realizó una encuesta a través de la herramienta cuestionario de la plataforma Moodle. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva.

Para la comparación de las calificaciones obtenidas por el grupo de estudiantes que vivió la experiencia y las de grupos anteriores se realizó un análisis ANOVA.

VI. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA

A. Determinación de los contenidos silábicos de mayor dificultad

Habiendo realizado un análisis de las evaluaciones y trabajos realizados y de las calificaciones obtenidas hasta la segunda fase, se pudo detectar los temas que representaban

mayor dificultad para el grupo. Adicionalmente se consideró la experiencia de los docentes en el desarrollo de la asignatura Métodos Numéricos en años anteriores. De esta manera se determinó cuáles eran los temas del sílabo que representaban mayor dificultad y que debían ser reforzados.

B. Análisis y toma de decisiones sobre la estrategia didáctica

El aprendizaje no se da en función del medio utilizado, sino que responde a las estrategias y técnicas que se apliquen sobre ese medio. Por esa razón, se realizó una revisión bibliográfica sobre estrategias didácticas para apoyar los resultados de aprendizaje y se determinó la realización de videos; decisión que se justifica en:

- El video utilizado para fines didácticos puede producir situaciones que mejoren los resultados de aprendizaje de los estudiantes.
- El impacto audiovisual del video concuerda con las preferencias de las generaciones actuales acostumbradas a recibir la información a través de animaciones, colores, música etc.
- La elaboración de videos didácticos es todo un reto, necesita de competencias tecnológicas, dominio del concepto que se desarrollará en el vídeo, habilidades de comunicación, creatividad, etc.
- El vídeo debe tener un objetivo didáctico previamente formulado.

C. El estudiante como productor de los videos

Era posible recurrir a videos existentes en la web o realizar videos de producción propia del equipo de profesores de la asignatura; sin embargo, se consideró que la pasividad de los estudiantes durante la visualización dificultaría la comprensión y asimilación de los contenidos.

Habiendo determinado que el video sería la estrategia a utilizar, para romper la pasividad mencionada, se decidió que la producción de los videos la realizarían los propios estudiantes. Otras razones que fundamentaron la decisión fueron:

- El desarrollo de las competencias se favorece cuando las actividades están directamente relacionadas con los conocimientos, habilidades o destrezas que se han contemplado al definirlos y cuando consideran aquellas características que definen la personalidad de los estudiantes.
- La incorporación de las TIC en los procesos enseñanza-aprendizaje propicia que los estudiantes formen parte activa de dichos procesos, dejan de ser receptores pasivos y pasan a ser protagonistas del proceso educativo.
- El ámbito laboral demanda el trabajo en equipo, por tanto, las estrategias didácticas tienen que contribuir a las habilidades sociales del estudiante

D. Toma de decisiones sobre el contenido temático de los videos

Se convocó a una reunión conjunta entre estudiantes y docentes a cargo de la asignatura, en ella se decidió que los videos girarían en torno a los temas que representaban mayor

dificultad para los estudiantes, se tomaría como base ejercicios resueltos en los libros mencionados en el sílabo, en cada video se explicaría detalladamente el proceso de solución de un ejercicio y el trabajo se haría en equipos. La solución debía implementarse con software específico: MatLab o Excel, proceso que también se explicaría en el video.

Esas decisiones conjuntas, respondieron a dos hechos, la posibilidad de solucionar problemas relacionados con el dominio de los conceptos y procedimientos involucrados y, más importante aún, empoderar e involucrar a los estudiantes en su proceso formativo.

E. Formación de los equipos y distribución de contenidos

El aprendizaje cooperativo exige que el profesor guíe al estudiante al momento de aprender. Este modo de guiarlo es siendo el mediador que favorece el aprendizaje, que estimula el desarrollo de sus potencialidades y que corrige posibles deficiencias.

Considerando experiencias anteriores de los autores [2] y [11], para agrupar a los estudiantes se decidió la conformación de grupos pequeños, 18 grupos de 3 estudiantes y uno con 4 estudiantes, las razones fueron:

- 1) Las coordinaciones entre los integrantes de los equipos y la solución de los problemas se realizan con mayor rapidez.
- 2) Se propician la participación de todos los integrantes y las situaciones de consenso.
- 3) Se logra mayor responsabilidad individual y compromiso con el trabajo.

Para distribuir a los estudiantes en los grupos, se consideraron los resultados de la evaluación diagnóstica y las calificaciones obtenidas en las dos primeras fases. Con esa información se clasificó a los estudiantes en tres niveles de rendimiento, aleatoriamente se asignó un estudiante de cada nivel a cada uno de los grupos.

Se asignaron roles a cada integrante del equipo: gestor académico, gestor de creatividad y gestor de redacción, roles que deberían rotar en cada producción de video (así cada integrante cumpliría los tres roles). Esta asignación se hizo con objeto de dar las condiciones necesarias para que se den las tres condiciones básicas que garantizan la cooperación en las situaciones de aprendizaje: interdependencia positiva, participación equitativa y responsabilidad individual [12] y [13].

A cada equipo se le asignaron tres ejercicios, cada uno de un tema diferente, se trató de balancear el nivel de dificultad y la extensión de los ejercicios.

F. Etapa de pre-producción de los videos

Para uniformizar y reforzar los conceptos que serían utilizados en el video, los estudiantes implementaron un glosario en el aula virtual. Figura 2.

Para ello se determinaron algunos términos propios de los métodos numéricos, cada grupo debía contribuir con por lo menos 4 entradas; en función del número de entradas y de la calidad de las mismas se otorgaba una calificación.

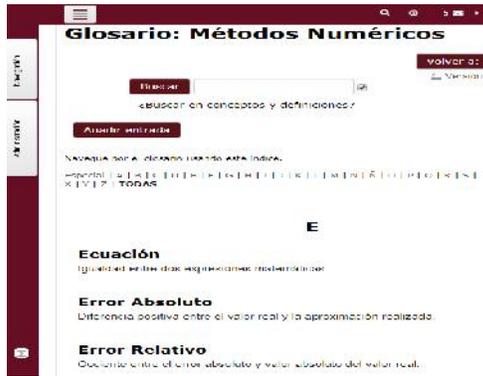


Fig. 2. Entradas del glosario

Se pidió que cada grupo elabore un guion para describir por escrito el contenido del vídeo, considerando:

- Los objetivos trazados.
- El público al cual estará dirigido.
- El contenido.
- Los recursos técnicos y gráficos con los cuales cuentas.
- Duración del video.

Los estudiantes debían buscar información acerca de cómo se elabora un guion de video, para motivarles se pusieron algunos ejemplos en el aula virtual.

Así mismo debían determinar y proveerse de los recursos necesarios para la producción de los videos.

Los guiones de video y el listado de recursos necesarios para producirlos se subieron al aula virtual a manera de Tarea (Figura 3). Para la evaluación de los videos se utilizó una rúbrica (publicada en el aula virtual) que contemplaba: presentación, objetivo del video, secuencia temporizada y conclusión. De este modo se pudo hacer una revisión y dar retroalimentación con correcciones o sugerencias.

Para determinar la duración de los vídeos se tomó en cuenta a [14], quien recomienda que los videos de corte educativo sean de 6 minutos o menos. Con esta información, se decidió que los videos deberían tener una duración máxima de 5 minutos, excepcional y justificadamente podría ampliarse hasta 7 minutos. El Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), para mantener viva la atención del estudiante, recomienda vídeos educativos cuya duración varíe entre 6 y 10 minutos.

G. Etapa de producción de los videos

Se establecieron algunas reglas que además de explicarse en clase, se publicaron en el aula virtual (Figura 3):

- Los roles deben cambiar en cada video producido por el equipo, de modo que cada uno de sus integrantes, debe desempeñar los tres roles propuestos.
- El gestor académico debe obligatoriamente aparecer en el video explicando los procedimientos. De este modo cada integrante del grupo aparecerá en un video.
- En los créditos deben indicar qué rol ha desempeñado cada integrante del grupo.

- Al final de los créditos deberán escribir: “Actividad realizada con fines educativos y como evaluación formal de la asignatura Métodos Numéricos, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú. 2017”.

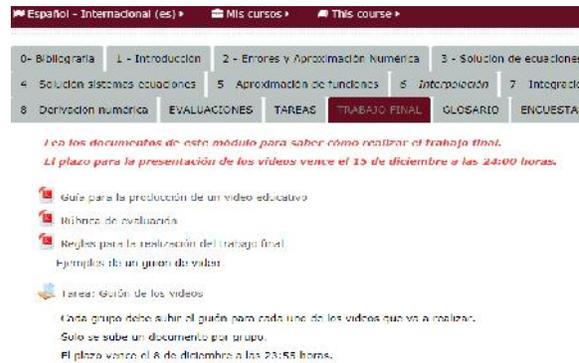


Fig. 3. Información necesaria para la producción de los videos que se colocó en el aula virtual

Así mismo se dieron algunas recomendaciones:

- Como un estudiante iba a hablar a la cámara, posiblemente sería necesario realizar varias tomas y cuidar la iluminación y el audio, los estudiantes debían investigar cómo hacerlo.
- Se sugirieron programas de edición de video: picasa 3, movie maker, camtasia o cualquier capturador de pantalla, etc.
- Para la evaluación del video, el docente usaría la rúbrica publicada en el aula virtual, los estudiantes la podrían tener como referencia de los aspectos a considerar en la evaluación.

Una vez grabado el material, es decir en la etapa de postproducción, el equipo debería decidir cómo editar el video: posibles recortes, agregar fondo musical, incluir portada, elementos de transición, créditos, etc.

H. Etapa de visualización de los videos

En esta etapa se realizó la presentación y evaluación de los videos, se consideró que además de lo aprendido con su producción, estos tenían mayor potencial; por ello se destinó horas de clase para su visualización.

Las 8 sesiones de las dos últimas semanas del semestre (teóricas, teórico-prácticas y laboratorio) se dedicaron a la visualización de los videos.

Para evitar la pasividad del espectador, se propuso que los estudiantes calificaran los videos de sus compañeros, para ello se usó una lista de cotejo (Figura 4), instrumento más simple que la rúbrica que usaría el docente. Así mismo al terminar la presentación de un video, los estudiantes resolverían el mismo en sus propias computadoras portátiles para aplicar lo explicado y corroborar resultados.

Se calculó que en cada sesión se visualizarían 5 videos, dedicando 5 minutos a la visualización y cerca de 10 minutos para la realización de la comprobación individual.

COEVALUACIÓN		
Equipo evaluado	campesinos	
Equipo evaluador	sistémicos	Fecha 16-12-17
En relación al relator	Puntos	Calif.
Se presenta cordialmente a la audiencia	1	1
Toma con seriedad su trabajo y el de sus compañeros.	2	2
Se expresa con claridad y con lenguaje adecuado	1	1
En relación al video	Puntos	Calif.
Dura 5 minutos	1	0,5
Presentaron un guion	3	2,7
Presenta los créditos con la autoría de los estudiantes.	1	0,5
Se dan conclusiones acerca del tema explicado	2	2
Está estructurado de modo que se entienda cuál es el inicio, el desarrollo y el cierre.	4	3,2
Atrae la atención de la audiencia, es dinámico y contiene elementos creativos	3	2,5
Se observan varios elementos relacionados con el tema presentado	2	2
CALIFICACIÓN		18,1

Fig. 4. Lista de cotejo de uno de los equipos

VII. RESULTADOS

A. Logros

Se construyó una videoteca conteniendo 55 videos, en cada uno de ellos se explica la solución de un problema matemático en el que se usa métodos numéricos para encontrar la solución.

Asignar 5 minutos a la duración del video contribuyó a que los estudiantes desarrollaran su capacidad de síntesis.

La experiencia sirvió para que los estudiantes desarrollen competencias TIC en lo relativo a herramientas relacionadas con la producción y edición de videos. Tres equipos usaron Pixton para elaborar sus guiones, otros los hicieron en una matriz Excel o en una tabla Word. Un equipo utilizó Edpuzzle permite agregar preguntas al video, audio y observaciones.

Contar con el apoyo del aula virtual sirvió para avanzar con el desarrollo de la asignatura y dejar libres las dos últimas semanas del semestre, de tal modo que en ellas se desarrolló la etapa de visualización y comprobación.

Como la visualización de los videos y la actividad de reforzamiento se realizó en clase, durante las dos últimas semanas del semestre, los estudiantes tuvieron mayor tiempo extra clase para dedicarlo a las otras asignaturas.

Se trabajaron diferentes niveles de responsabilidad, por ejemplo, una de las estudiantes más destacadas se encargó de manejar el canal de YouTube y coordinar la subida de los videos. Se presentaron algunos problemas que resolvieron entre los mismos estudiantes, comunicando las decisiones tomadas y su justificación vía correo electrónico.

Al analizar los resultados de la coevaluación se encontró que, al calificar al relator, la mayoría de los grupos colocó la calificación máxima, situación que no se dio en la evaluación de la calidad académica del video.

B. Incidentes Críticos

Si bien los estudiantes lograron integrarse en la actividad cooperativa, hubo un estudiante que trabajó solo en la producción de un video; el argumento fue que no logró contactar a los otros integrantes del equipo; estos últimos se presentaron al final de la actividad, por lo que ya no se le consideró dentro de ella.

En algunos de los videos colocaron música de fondo, lo que resulto agradable en la portada, la presentación y los

créditos; sin embargo (en 3 videos) también estuvo durante la explicación del ejercicio, lo que funcionó como un distractor.

En algunos videos, que usaron fotografías, estas no quedaron con la calidad de imagen deseada.

C. Percepciones de los estudiantes

Se implementó una encuesta en el aula virtual para valorar las percepciones de los estudiantes en cuanto a la experiencia, la primera pregunta de la encuesta de satisfacción sirvió para determinar en qué matrícula se encontraban los estudiantes, se encontró que 78% de los estudiantes llevaba por primera vez la asignatura, 17% por segunda vez y 5% por tercera vez o más.

En la Figura 5 se presentan algunos resultados de la encuesta.

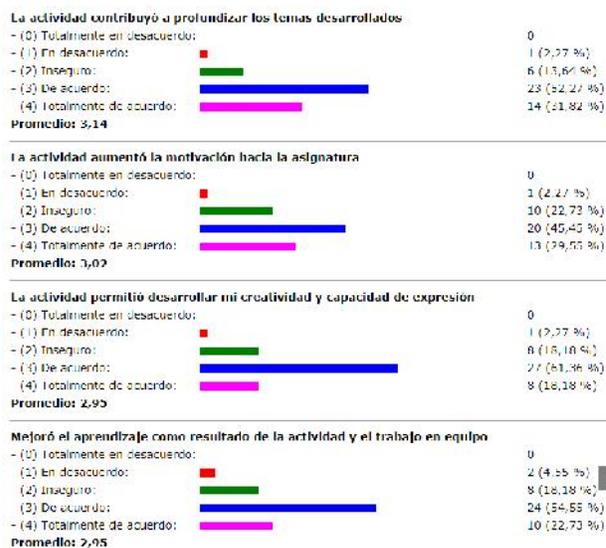


Fig. 5. Resultados de la encuesta (obtenidos del aula virtual MOODLE)

Se encontró que cerca del 84% de los estudiantes consideraba que la actividad contribuyó a profundizar en los temas desarrollados, 75 % percibió que aumento la motivación hacia la asignatura. El 95% declaró que se había involucrado en el desarrollo de la actividad y que la consideraba productiva, cerca del 80% opinó que la actividad les permitió desarrollar su creatividad y mejorar el aprendizaje.

D. Análisis estadístico de las calificaciones finales

La percepción de los estudiantes de que la actividad mejoró los resultados de aprendizaje se refleja en los niveles de aprobación y en la calificación final promedio obtenida en la asignatura.

Para analizar estadísticamente los resultados se han trabajado las calificaciones finales de los semestres 2015-II, 2016-II y 2017-II. Cabe destacar que en el semestre 2015-II se siguió el modelo tradicional de clase magistral, en el semestre 2016-II se implementó el aula virtual de la asignatura y en el semestre 2017-II sólo se cambiaron los ejemplos, se usó el mismo material educativo: diapositivas, lecturas complementarias, guías de práctica de laboratorio, etc.; pero se implementó la actividad cooperativa para la producción de los videos.

En la Figura 6 se comparan las calificaciones finales promedio obtenidas en los semestres.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
2015-II	44	437	9.93	6.02
2016-II	53	554	10.45	6.21
2017-II	57	715	12.54	6.00

Fig. 6. Comparación de calificaciones finales (resultados obtenidos mediante Excel)

Se observa que las calificaciones mejoraron de semestre a semestre. En la Figura 7, se presentan los resultados de aprobación de los tres semestres, no se han considerado las situaciones de abandono de la asignatura. Como se aprecia la proporción de estudiantes que reprobaron la asignatura disminuyó considerablemente.

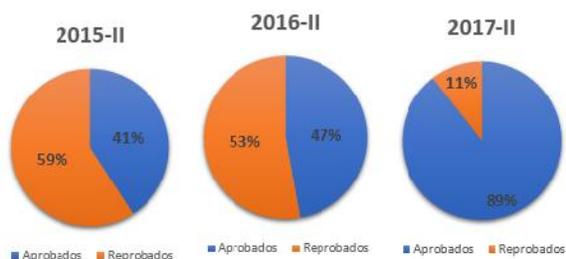


Fig. 7. Porcentajes de aprobación y reprobación en cada semestre

Para determinar si existen diferencias significativas entre las calificaciones de los tres grupos se ha utilizado el análisis de varianza (ANOVA) para la comparación de medias.

Se comprobó el cumplimiento de los supuestos para aplicar el ANOVA: normalidad, independencia y homocedasticidad.

Las Figuras, 8, 9 y 10 presentan los resultados del ANOVA realizado en Excel.

Para interpretar los resultados del ANOVA hay que tener en cuenta que, si el valor de F es mayor que el F crítico, entonces los cambios entre los factores en los ensayos tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre los resultados de las pruebas.

De los resultados presentados en la Figura 8 se deduce que los modelos didácticos diferentes, utilizados en el desarrollo de la asignatura en los tres semestres considerados, han producido cambios en los resultados de aprendizaje.

Al analizar los resultados del ANOVA de los semestres 2015-II y 2016-II (Figura 9), se podría decir que los cambios no son estadísticamente significativos; sin embargo, observando la Figura 6, se tiene que la calificación final en promedio si se incrementó en casi un punto.

2015-2016-2017						
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	crítico para F
Entre grupos	200.9970542	2	100.4985271	16.5	3.2E-07	3.05596
Dentro de los grupos	918.0678809	151	6.079919741			
Total	1119.064935	153				

Fig. 8. ANOVA de las calificaciones de los tres semestres considerados

2015-2016						
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	crítico para F
Entre grupos	6.52607823	1	6.52607823	1.07	0.30461	3.94122
Dentro de los grupos	581.92753	95	6.125552948			
Total	588.4536082	96				

Fig. 9. ANOVA de las calificaciones de los semestres 2015-II y 2016-II

2016-2017						
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F	Probabilidad	crítico para F
Entre grupos	120.0821191	1	120.0821191	19.7	2.2E-05	3.92901
Dentro de los grupos	659.2724263	108	6.104374318			
Total	779.3545455	109				

Fig. 10. ANOVA de las calificaciones de los semestres 2016-II y 2017-II

Para el caso de los semestres 2016-II y 2017-II (Figura 10), los resultados del ANOVA indican que el haber introducido nuevas experiencias de aprendizaje ha tenido un efecto estadísticamente significativo en las calificaciones finales de los estudiantes, afirmación que se confirma al observar la Figura 6, pues la calificación promedio final se ha incrementado en poco más de dos puntos.

VIII. CONCLUSIONES

Los estudiantes, siendo un grupo heterogéneo, colaboraron en el logro de los objetivos de aprendizaje de todos y cada uno de los participantes de la actividad.

Los estudiantes trabajaron en su competencia matemática y desarrollaron destrezas en el campo de los métodos numéricos, lo que repercutirá positivamente en un desempeño competente en el ámbito laboral.

De manera indirecta se implementó la tutoría entre pares, bajo la supervisión del docente, los estudiantes más aventajados apoyaron a sus compañeros.

Se trabajó en “aprender a lo largo de la vida”, con la búsqueda de información los estudiantes ejercitaron su capacidad de autoformación y de investigación.

Se mejoraron las habilidades comunicativas de los estudiantes, tuvieron que explicar de forma pública sus conocimientos sobre un tema dado; al hacerlo a través de un video enfrentaron gradualmente este reto, el objetivo final es que sean capaces de transmitir adecuadamente y de forma oral cualquier información.

Se logró la participación activa y positiva del estudiante desarrollando tres aspectos básicos en su formación: actitudinal, emocional y cognitivo.

Una experiencia de aprendizaje incluyente garantiza el compromiso de los estudiantes y crea oportunidades para construir mejores relaciones estudiantes - docente.

Es necesario seguir investigando sobre otras estrategias y herramientas que puedan ser utilizadas para mejorar el proceso educativo.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo de nuestra casa de estudios, la Universidad Nacional de San Agustín, en la que el Vicerrectorado Académico ha puesto en marcha un plan de capacitación docente en Didáctica Superior e integración de TIC al proceso educativo y el Vicerrectorado de Investigación canaliza los recursos provenientes del canon minero y convoca a un conjunto de esquemas financieros concursables.

REFERENCIAS

- [1] J. Cabero, "Tecnología educativa: utilización didáctica del vídeo", Barcelona: PPU, 1989.
- [2] N. Bedregal, "Cooperative learning using Moodle as a support resource: Proposal for continuous evaluation in operational research", 2017 36th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC), IEEE-Xplore DOI: 10.1109/SCCC.2017.840513, Julio 2018.
- [3] S. Raichman, G. Palazzo, V. Masnú y E. Totter, "Estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de métodos numéricos en la carrera de ingeniería civil", *Mecánica Computacional Vol XXX*, págs. 2363-2374. 2011.
- [4] E. Totter, S. Raichman y A. Mirasso, "Estrategia didáctica sustentada por el aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de métodos numéricos en ingeniería en mecatrónica", *Asociación Argentina de Mecánica Computacional*, 2014.
- [5] M. Ascheri, R. Pizarro, "Uso de tecnología en la enseñanza-aprendizaje de temas de cálculo numérico", *Facultad de Cs. Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa - Argentina. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa Vol. 19*, 2006.
- [6] A. Granados, "Las TIC en la enseñanza de los métodos numéricos", *Revista Sophia ISSN (electrónico): 2346-0806 ISSN (impreso): 1794-8932*, 2015.
- [7] S. Hidalgo, A. Maroto y A. Palacios, "¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas", *Revista de Educación*, núm. 334, 2004, pp. 75-95
- [8] N. Bedregal y D. Tupacyupanqui, "Rendimiento académico, deserción y competencias matemáticas en ingeniería: caso Escuela de Ingeniería de Sistemas-UNSA", 11° Congreso Internacional de Educación Superior, IV Simposio de Didáctica de las Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, La Habana, Cuba, 2018.
- [9] J. Sánchez, "Publicaciones y ayudas didácticas para profesores", recuperado de <http://www.saladeprensa.org/art112.htm>, sala de prensa, 2000.
- [10] A. Gallego, R. Gallego y R. Miranda, "¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula? Sobre los métodos científicos y la didáctica de la modelación", *Revista Educación y Educadores*, No. 1, vol. 9, p. 105-116, 2007.
- [11] N. Bedregal y D. Tupacyupanqui, "Integración de metodologías activas y aula virtual en los procesos enseñanza-aprendizaje de Matemática Discreta", 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion", Lima, Perú, 2018.
- [12] MOOC, "Aprendizaje Cooperativo" del INTEF, 2016.
- [13] W. Johnson y R. Johnson, "El aprendizaje cooperativo en el aula", Quilmes, Paidós Educador, 1999.
- [14] P. Guo, "Optimal Video Length for Student Engagement", recuperado de <https://www.edx.org/blog/optimal-video-length-student-engagement>, 2014.