

Descartes como mediador virtual para el Cálculo

José Luis Alcón Camas, I.E.S. Baelo Claudia, Tarifa (Cádiz) y Proyecto Descartes (Instituto de Tecnologías Educativas –ITE-, Ministerio de Educación)

José R. Galo Sánchez, Dpto. de Matemáticas de la Universidad de Córdoba y Proyecto Descartes (ITE)

Temática: Aplicación de las TIC en la enseñanza de las Matemáticas

Palabras clave: mediadores virtuales, cálculo, *Descartes*, tic, competencia matemática, autonomía personal, aprender a aprender, procedimientos, ejercitación, atención a la diversidad.

Resumen

La formación competencial de nuestro alumnado y en particular la competencia matemática, contempla como contenido transversal y básico el planteamiento y la resolución de problemas. Ello implica el fomento de la iniciativa y el razonamiento lógico para formular alternativas, las posibles soluciones, pero también obliga y requiere su concreción y contraste con la realidad verificando su viabilidad como respuesta adecuada. Para abordar esto suele ser necesario un manejo eficaz de técnicas auxiliares, cálculos y operaciones numéricas cuyo conocimiento no sólo permite delimitar si la respuesta al problema es adecuada, sino que también forma parte del bagaje de conocimiento necesario para poder etiquetar rápidamente una alternativa como viable y resoluble. Suelen convertirse en tareas mecánicas, pero a través de la ejercitación también puede favorecerse la comprensión, el aprendizaje y la interiorización de los conceptos matemáticos en los que se sustentan.

Presentamos aquí una línea de trabajo, utilizando escenas interactivas elaboradas dentro del proyecto *Descartes*, que permiten el aprendizaje autónomo o guiado de diversas técnicas de cálculo tanto numérico como simbólico. Con ellas el alumnado aprende ejercitándose con actividades que se caracterizan porque en cada instancia o ejecución presentan datos o planteamientos diferentes, que corrigen automáticamente la respuesta aportada por el usuario describiendo el procedimiento en caso de error, es decir, aportan una evaluación formativa. Estas escenas de *Descartes* fomentan la “autonomía e iniciativa personal” y contribuyen a “aprender a aprender”, permitiendo al alumnado un ritmo de aprendizaje personal y al profesorado una adecuada atención a la diversidad.

1. MATEMÁTICAS: CIENCIA Y HERRAMIENTA

¿Cuánto tiempo dedica a enseñar a su alumnado a realizar operaciones, por ejemplo, entre fracciones y cuánto le queda para poder resolver problemas que requieren el uso de esas operaciones como mero medio técnico?

¿Cuánto tiempo emplea en sus clases para que su alumnado aborde el aprendizaje del cálculo de derivadas y cuánto en el concepto en sí de derivada y su uso como técnica para la resolución de problemas?

Es perenne el debate sobre las Matemáticas como ciencia autónoma o como herramienta para otras ciencias. El posicionamiento se distribuye desde el teórico extremista que es capaz de renegar de sus resultados en el momento que estos tengan alguna aplicación externa al ámbito matemático hasta el tecnólogo o técnico que se cuestiona la necesidad de demostrar la existencia de solución si conoce que existe al haberla hallado y por tanto disponer de ella. Este posicionamiento se manifiesta académicamente, por ejemplo, en los planes de estudios superiores, especialmente en Escuelas de Ingeniería donde encontramos asignaturas que integran en su denominación la palabra *Cálculo* y bajo este nombre podemos situar contenidos de las ramas clásicas de las Matemáticas, es decir, *Análisis*, *Álgebra*, *Geometría* y *Estadística*, centradas en su aspecto mecanicista como medio de consecución de otros fines. Pero eso acontece también en los otros niveles del Sistema Educativo, pues muchas veces, en la enseñanza Primaria y Secundaria nos centramos en la explicación de técnicas o algoritmos, cuya razón de estudio es como medio para la adquisición de conceptos y competencias, y al final resulta que se convierten en los protagonistas y el fin real y casi único del aprendizaje, más que nada porque suelen consumir un tiempo que relega al que era el objetivo y fin real inicial, llegando incluso a hacérselo olvidar. Así pues, se deslocaliza el objetivo y desubica al alumnado (e incluso al profesorado) promoviendo la formulación de la eterna pregunta o cantinela usual: “¿y esto para qué sirve?”. Se confunde el medio con el fin o bien oculta a éste. Y todo ese esfuerzo para que a posteriori, una vez asimiladas esas técnicas, después, incluso puedan ser abandonadas y suplidas por el empleo de herramientas tecnológicas que reproducen rápida y automáticamente esos cálculos.

El Cálculo entendido como conjunto de algoritmos y técnicas matemáticas auxiliares para la resolución de problemas, opinamos, ocupa un espacio temporal excesivamente amplio en el desarrollo del currículo del aula. Ello acontece especialmente en un contexto metodológico tradicional expositivo, donde la secuencia o ciclo didáctico usual podemos describirlo sucintamente como: el profesorado plantea “cuentas” en la pizarra o selecciona de las escritas en un libro, el alumnado aborda el cálculo y lo refleja en su cuaderno y finalmente se procede a su corrección en la pizarra y regreso al inicio;

Pero no prevean que por el discurso iniciado que abogamos por una supresión o reducción del aprendizaje de estas técnicas, no. Consideramos que dichas técnicas no son sólo meros instrumentos, por sí mismos suelen ser aplicaciones directas de otros conceptos y su aprendizaje forma parte y son la base necesaria para la construcción del conocimiento matemático y la adquisición de la competencia matemática. Nuestro planteamiento busca ubicar al medio y al fin, a cada uno en su lugar, y para ello lo que buscamos es aprovechar las ventajas que aportan ciertos recursos TIC para que en el aprendizaje de estas rutinas o técnicas se emplee un tiempo necesario, pero no casi o todo el tiempo. Y que ese aprendizaje

se alcance con análoga o mejor asimilación conceptual promoviendo la autonomía e iniciativa personal y la competencia de aprender a aprender.

Así pues nos centramos en las Matemáticas como procedimiento, como herramienta y nos situamos en nuestras aulas y vemos como explicamos procedimientos, por ejemplo, la suma de fracciones o el cálculo de derivadas e integrales, que una vez planteados lo que requieren es una ejercitación, un entrenamiento que haga que el alumnado asimile y consolide la técnica a emplear. Y en el esquema tradicional antes mencionado comienza la insistencia y lucha docente, la rutina docente, de abordar ciclos didácticos de entrenamiento para conseguir que nuestro alumnado haga los suficientes ejercicios para lograr su adecuado aprendizaje. En un símil deportivo, no basta con saber botar un balón para ser jugador de baloncesto, sino que se requiere un entrenamiento y una dedicación para mantener un control del mismo y que de esa forma nos lleve hacia la canasta contraria y nos conduzca a la consecución de los puntos necesarios al tirar hacia ella.

Necesitamos abordar “suficientes ejercicios”, pero es obvio que la diversidad en las capacidades del alumnado de un aula hace difícil la determinación o cuantificación de esa suficiencia. La diversidad sólo es abordable mediante una atención diversa, mediante una adaptación a los ritmos personales de aprendizaje y a un apoyo directo y personalizado. Y ello es viable y posible utilizando recursos TIC, es decir, programas informáticos que den respuesta al objetivo y tipo de aprendizaje al incorporar características entre las que se contemple la interactividad, variabilidad de planteamientos y datos, corrección automática sumativa y formativa. Y con estos asistentes matemáticos o mediadores virtuales el alumnado puede abordar su aprendizaje autónomamente (no necesariamente en un contexto externo al aula, pero también pudiendo hacerlo fuera de ella por ejemplo en casa), llevará su ritmo y aprovechará intensamente el tiempo que emplee en ese aprendizaje. Aquellos que en ciclo tradicional, por su capacidad, necesitaban esperar a la corrección en la pizarra para limitarse sólo poner una B (de bien) a su tarea, se ven favorecidos al poder incrementar su práctica con mayor número de ejercicios y diversidad de los mismos; y aquellos que son más inseguros o que requieren una mayor atención y apoyo directo se ven motivados al ver confirmados sus aciertos inmediatamente o al poder contemplar la solución y el desarrollo que le es facilitado por el propio mediador o bien pudiendo requerir la ayuda del compañero o del profesor que puede disponer de más tiempo para atender a dicha diversidad. El alumnado se convierte en protagonista de su aprendizaje y el profesorado es el arquitecto y facilitador del mismo.

Y es en este contexto señalado donde ubicamos el proyecto Descartes como mediador virtual del aprendizaje del Cálculo, y donde estimamos que los recursos desarrollados en este proyecto son catalizadores de un aprendizaje significativo en el alumnado, promueven un cambio metodológico, permiten una atención diversa a la diversidad y en definitiva promueven una enseñanza de calidad en equidad.

2. EL PROYECTO DESCARTES

El proyecto *Descartes* es un proyecto promovido por el Instituto de Tecnologías de la Educación del Ministerio de Educación y tiene como principal finalidad promover nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas integrando las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en el aula como herramienta didáctica. Se inicia en el año 1998 aprovechando las circunstancias que se dan al finalizar el pasado siglo XX, circunstancias económicas, tecnológicas y sociales entre las que podemos citar el abaratamiento de los

equipos informáticos, la aparición de las líneas de alta velocidad para la transmisión de datos, la utilización generalizada de Internet a bajo coste, etc., y a ello se suma, en particular, el interés de muchos profesores de matemáticas por las TIC.

En este proyecto se ofrecen materiales didácticos para el aprendizaje de las matemáticas que favorecen la posibilidad de usar metodologías: **activas**, en las cuales el alumno es protagonista de su propio aprendizaje; **creativas**; en las cuales los alumnos toman decisiones durante el proceso de aprendizaje; **cooperativas**, en las cuales se trabajan los conceptos y procedimientos por parejas o en pequeños grupos e **individualizadas**, en las cuales cada alumno puede ir a su ritmo y tener atención personalizada. Son mediadores virtuales en el aprendizaje.

El profesorado integrante del proyecto *Descartes*, entre los que nos encontramos los autores de este trabajo, desarrolla materiales didácticos y a la vez fomenta la experimentación en el aula con estos materiales, lo que permite compartir experiencias y confrontar las dificultades y las ventajas del uso de estas nuevas tecnologías en el aula (Galo, 2008) y (Galo y Cañas, 2006).

En el contexto objeto de esta comunicación podemos señalar que dentro de los materiales de *Descartes* se cuenta con escenas interactivas cuyo objetivo es ubicar entornos de aprendizaje en los que se busca que el alumnado, a través de la práctica, pueda consolidar la asimilación de procedimientos. Para ello se plantean actividades de carácter repetitivo que ayuden a la automatización de los procedimientos sin olvidar que estos pueden ser a su vez base de otros conceptos o contenidos.

No obstante hemos de indicar que el contexto y uso que aquí realizamos de los recursos de *Descartes* es sólo una muestra focalizada del amplio rango de posibilidades pedagógicas y metodológicas de la globalidad de recursos desarrollados en este proyecto. Como contraste y muestra de esas amplias posibilidades podemos ubicarnos en un planteamiento opuesto al mostrado en esta comunicación y resaltar, por contraposición, el posicionamiento desarrollado en el trabajo "Desarrollo de estrategias con *Descartes*" presentado en las XIV JAEM (Rivera *et al.*, 2009) donde en ese caso el trabajo con escenas interactivas lo que persigue es la elaboración de estrategias de resolución de problemas, ubicadas en el propio contexto geométrico en el que se formulan, pero promoviendo a su vez la necesidad de la abstracción y el reflejo algebraico. Y también podemos referenciar proyectos interdisciplinares que usando escenas de *Descartes* son motores de la formación competencial, entre ellos por ejemplo el proyecto denominado "Gymkhana *on line* de Sevilla" que fue premio nacional y europeo *eTwinning* (Flores *et al.*, 2008).

3. DESCARTES: MEDIADOR VIRTUAL

Las TIC ha hecho viable el diseño y desarrollo de recursos que pueden ser implementados en sistemas informáticos y que permiten, entre otras posibilidades, abordar la realización de representaciones gráficas, la introducción de interactividad persona-máquina, la modelación de objetos, de procesos, situaciones y hechos que ayudan al aprendizaje, de ahí que estas herramientas se denominen mediadores virtuales. Estos mediadores nos facilitan y permiten un aprendizaje basado en la propia experimentación, como base para adquirir experiencia, todo canalizado y/o catalizado por ellos. Consecuentemente contribuyen al desarrollo de modelos didácticos y metodologías participativas y constructivistas, adicionalmente a las tradicionales.

Uno de esos modelos se construye aplicando el mediador virtual desarrollado dentro del proyecto *Descartes* del Ministerio de Educación. Como hemos indicado anteriormente *Descartes* es un proyecto cuyo objetivo principal es promover nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas integrando las TIC en el aula como herramienta didáctica, pero entendiendo un aula no solamente como el grupo de alumnos y alumnas ubicados en espacio físico cerrado, propio de una enseñanza presencial y reglada, sino también como un espacio virtual que abarca la “aldea global” (McLuhan y Powers, 1993), pues las escenas interactivas de *Descartes* pueden integrarse en los servicios y herramientas de la Web, potenciando la comunicación y haciendo efectivas las estrategias educativas al hacer uso de múltiples servicios de carácter interactivo.

La metodología transmisora tradicional de enseñanza basada en la corrección de ejercicios en la pizarra se presenta como muy limitada frente al potencial de los mediadores virtuales. Como hemos señalado anteriormente hay que contemplar la diversidad en el aula y evitar que quienes adquieren rápidamente las destrezas consuman parte de su tiempo en la espera de la corrección y repitiendo innecesariamente determinados ejercicios, a la vez que quienes tienen más dificultades puedan tener una mayor atención y dedicación y posibilidades. En términos económicos, no siendo estos los más adecuados en un contexto educativo, no hay una rentabilidad adecuada y es necesario encontrar un equilibrio razonable y adecuado a cada perfil redistribuyendo adecuadamente los recursos para la consecución del fin educativo. Y la interactividad que aportan las nuevas tecnologías nos permite un gran avance en este campo, en concreto la corrección automática que aportan los materiales de *Descartes* permite una planificación individual y personalizada para cada alumno y alumna, y el profesor dispone tiempo en el aula para poder atender y ayudar a la intrínseca diversidad existente en todo grupo. Se potencia la autonomía e iniciativa y la competencia para aprender a aprender. El uso de aleatoriedad en la generación de ejercicios hace que en cada instancia o ejecución se presenten diferentes datos o planteamientos, es decir, se cuenta con modelos de ejercicios que se particularizan en cada acceso que realice el alumnado y por tanto éste puede repetir un tipo de ejercicio tanto como lo necesite hasta asimilar la técnica y/o concepto. La variación en los datos de los ejercicios pero con un mismo objetivo y fin contribuye a consolidar el cálculo. Disponemos de una herramienta que contribuye al progreso personal, donde cada cual sigue su ritmo, verifica sus avances y los logros van confirmando y afianzando su seguridad y confianza.

4. ALGUNOS EJEMPLOS DE *DESCARTES* COMO MEDIADOR EN EL CÁLCULO

Para mostrar el carácter de *Descartes* como mediador virtual en el Cálculo detallaremos algunas actividades publicadas en la web del proyecto, cuya dirección es:

<http://recursostic.educacion.es/descartes>

No obstante hemos de significar que dado que son recursos interactivos una descripción no es más que una simple muestra, una mera pincelada impresionista, que trata de apuntar al verdadero potencial formativo que sólo puede observarse y comprobar accediendo al recurso referenciado y trabajando con él. De ahí que aportemos en todos los caos el enlace al recurso e invitamos al lector de esta comunicación a acceder y practicar con los objetos enlazados.

Así mismo señalemos que los ejemplos que aquí se incluyen no son más que una pequeña muestra de la amplia variedad de actividades de este tipo que están a disposición de la

comunidad educativa en dicha web. Y si bien en este caso se ubican en el nivel de Educación Secundaria se cuenta también con materiales para el nivel de Primaria y para la Universidad.

En la imagen de la Figura 1 se puede observar un esquema de un posible camino para acceder desde la página de inicio de la Web de Descartes a la miscelánea de título “Integrales por partes”. No obstante el acceso más directo puede realizarse mediante el buscador de recursos, que incorpora la página, y con el que se pueden localizar los materiales asociados a una temática sin más que usar un descriptor que lo identifique.



Figura 1. Selección de una miscelánea en la página web de Descartes.

4.1 Operaciones con números racionales

Este primer ejemplo se propone ejercitar las operaciones entre distintos tipos de números, contándose con cinco situaciones diferenciadas. Puede acceder a él en:

http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/operaciones_racionales/00_operaciones_racionales.htm

En el primer apartado etiquetado como “Suma de Enteros” (ver imagen en la figura 2), se dispone de una ayuda que permite recordar el concepto y operativa de cálculo, y realizar una prueba de diez ejercicios con autoevaluación. En cada momento se aporta una valoración de la situación alcanzada. En el resto de apartados se va incrementado la dificultad, y se cambia el tipo de números objeto del cálculo.

Cada alumno o alumna puede llevar su ritmo de trabajo y aprendizaje. La labor del docente también se potencia, se hace incluso más necesaria, ya que puede abordar su labor de atención individualizada y diversa. La práctica con estos ejercicios permite la detección de posibles errores conceptuales y actuar para su adecuada corrección. Así pues, en este caso nos encontramos con un ejemplo de actividad que puede ayudar a practicar, repasar y

consolidar el aprendizaje de las operaciones, y permite la detección de dificultades en el aprendizaje.

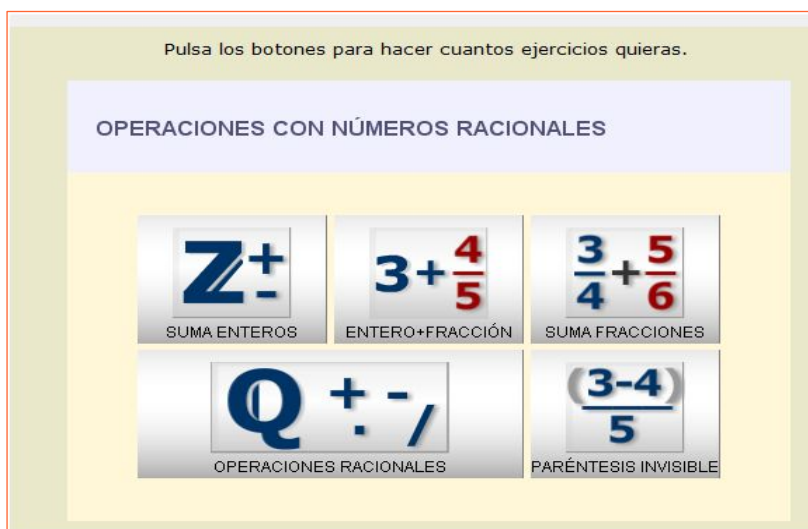


Figura 2. Selección de diversas casuísticas en operaciones con racionales.

4.2 Operaciones con números complejos

En este segundo ejemplo, se trabaja con una escena que permite la práctica en el cálculo con números complejos (Figura 3).

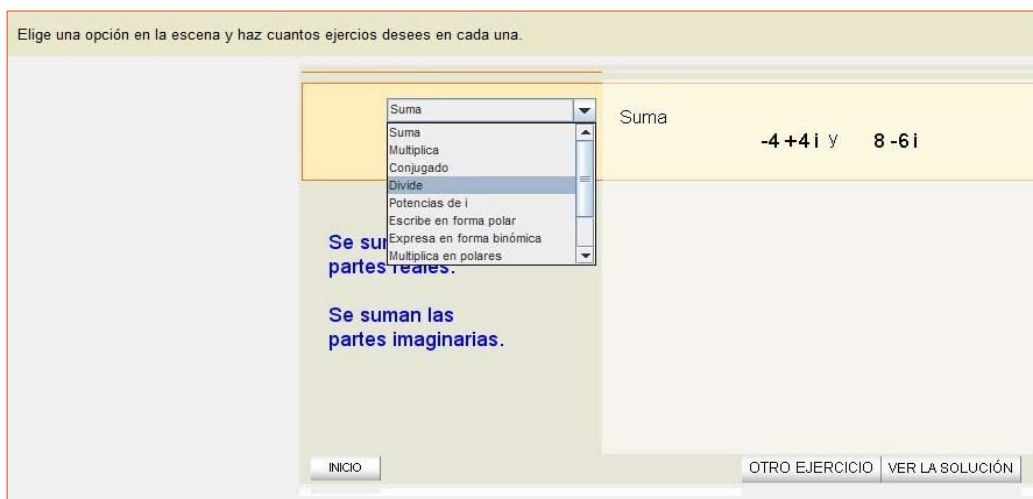


Figura 3. Selección del tipo de ejercicio a practicar con números complejos. Se puede acceder a esta escenas en la dirección:

http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/complejos_operaciones/00_operacionescomplejos.htm

Contamos con la posibilidad de elegir entre distintos tipos de ejercicios, permitiendo a cada alumno o alumna incidir en aquellos aspectos en los que tenga mayor dificultad. Es posible ver la solución y contrastarla con lo realizado, el alumno tiene autonomía en su trabajo y puede pedir ayuda al profesorado para una atención personalizada. No necesita esperar a una corrección global sino que su avance es personalizado. Mediante la repetición y práctica propicia su propio aprendizaje.

4.3 La indeterminación $\infty-\infty$ en el cálculo del límite de algunos tipos de sucesiones

El tercer ejemplo se aborda la práctica en el cálculo de límites del tipo $\infty-\infty$ en determinados tipos de sucesiones. La dirección de este recurso es:

http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/limites_con_jugado/index.htm

En él se detallan las diferentes situaciones que pueden encontrarse y una escena interactiva que aleatoriamente presenta cada tipo con diferentes datos en cada ejecución. En cada caso se aporta la solución describiendo detalladamente el proceso conducente al resultado final del cálculo. Aquí no sólo es importante la valoración para saber si hemos hecho de forma correcta el ejercicio, sino que en caso de error ayuda a la revisión y corrección de los pasos realizados.

Aquí la propuesta es que se realice la actividad en el cuaderno y luego se compruebe con la solución reflejada en la escena (Figura 4).

TIPO 3 Calcula $\lim (\sqrt{n^4 - n^3} - \sqrt{n^4 - 9n^2})$

$$\lim (\sqrt{n^4 - n^3} - \sqrt{n^4 - 9n^2}) =$$

$$= \lim \frac{(\sqrt{n^4 - n^3} - \sqrt{n^4 - 9n^2})(\sqrt{n^4 - n^3} + \sqrt{n^4 - 9n^2})}{\sqrt{n^4 - n^3} + \sqrt{n^4 - 9n^2}} =$$

$$= \lim \frac{n^4 - n^3 - n^4 + 9n^2}{\sqrt{n^4 - n^3} + \sqrt{n^4 - 9n^2}} = \lim \frac{-n^3 + 9n^2}{\sqrt{n^4 - n^3} + \sqrt{n^4 - 9n^2}} =$$

$$= \frac{-1}{0} = -\infty \text{ (La máxima potencia del denominador es positiva.)}$$

Otro ejercicio Solución

Figura 4. Propuesta de ejercicio y detalle del procedimiento.

4.4 Cálculo de derivadas

El cálculo de las derivadas es otro ejemplo de técnica cuyo aprendizaje se potencia con la práctica y consecuentemente en un entorno tradicional de enseñanza requiere un tiempo que va en detrimento de la profundización en el concepto que lo fundamenta y en sus aplicaciones. Una escena interactiva en la que se aborda este aprendizaje se puede consultar en la dirección:

http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/derivadas_operaciones/index.htm

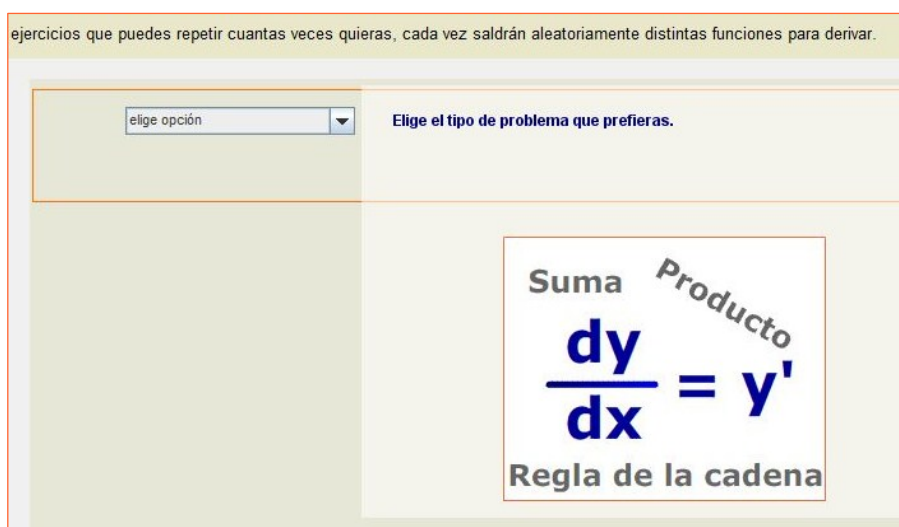


Figura 5. Escena para la práctica de la regla de la cadena en la derivación.

El alumnado puede profundizar e insistir en aquellos tipos o modelos de actividades en los que pueda encontrar más dificultades y superar sus dificultades iniciales (Figura 5).

4.5 Integración por partes y por sustitución

Una situación análoga la encontramos en la aplicación del método de integración por partes y por sustitución (Figura 6). En este caso las escenas son accesibles desde las direcciones:

http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/integra_por_partes/index.htm

http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/Integrales_sustitucion/index.htm

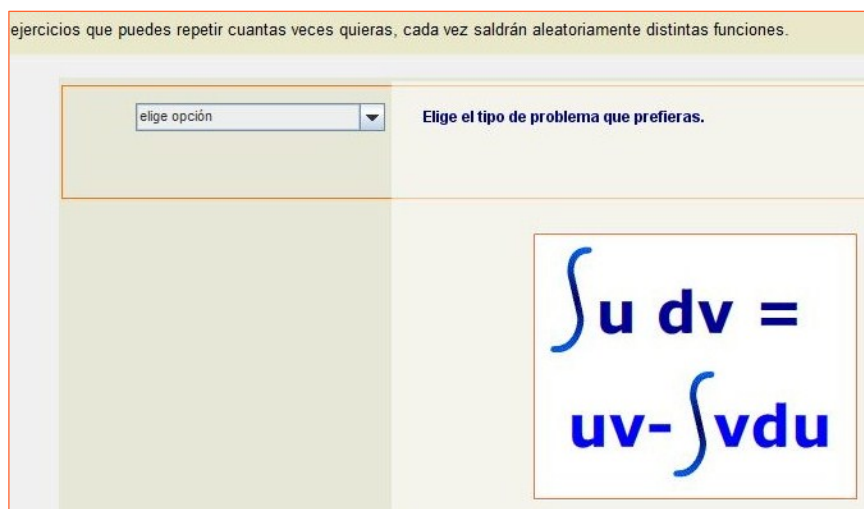


Figura 6. Escena para la práctica de la integración por partes.

5. Conclusiones

En esta comunicación nos hemos centrado en el trabajo con un tipo de actividades del proyecto *Descartes* cuya finalidad es la asimilación de técnicas rutinarias o mecánicas y cuyo aprendizaje puede requerir cierta práctica o repetición hasta su manejo correcto y eficaz. En este aspecto, pero no sólo en él, un mediador virtual como el *applet Descartes* facilita el aprendizaje de las matemáticas al alumnado.

Las escenas permiten al alumnado ejercitarse a través de la práctica gracias a la introducción de semillas aleatorias que permiten una amplia variabilidad de propuestas para un mismo tipo de ejercicio.

La inclusión en las actividades de una evaluación no sólo correctora, sino también formadora incrementa la autonomía personal y la adquisición de la competencia de “aprender a aprender”.

El alumnado, bien de manera autónoma o bien supervisada, cuenta con un medio que se adapta a diferentes ritmos de aprendizaje.

El uso de las nuevas tecnologías no sustituye o elimina el uso de materiales tradicionales como puede ser el cuaderno, sino que pueden metodológicamente coexistir, si bien no siempre será necesario.

El profesorado se “libera” de tareas rutinarias y cuenta con mayor tiempo para profundizar en los conceptos y potenciar la atención a la diversidad.

REFERENCIAS:

Flores, P., Alcón, J.L., Greciano, A. y López de Sagredo, M.D. (2008). *Mathematical Gymkhana in Seville*. Recuperado el 15 de enero de 2010 en

http://ficus.pntic.mec.es/~pflf0000/078_Gymkhana/welcome_gymkhana_heda.htm

Galo, J., y Cañas, J. (2006). Análisis de una experimentación constructivista con TIC en el aprendizaje de las matemáticas. X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM). Huesca.

Galo, J.R. (2008). Aprendizaje continuo con *Descartes* en el aula. *I Congreso de Internet en el aula*. Granada. Recuperado el 15 de enero de 2010 en

http://recursostic.educacion.es/buenaspracticas20/web/difusion/materiales/ia08/Jose_R_Galo.pdf
<http://memoria.congresointernetenelaula.es/virtual/Memoria - Congreso Internet en el Aula.pdf>

McLuhan, M., y Powers, B. R. (1993). *La Aldea Global*. Gedisa , Barcelona.

Proyecto *Descartes* (1998). ITE. Ministerio de Educación. Madrid. Recuperado el 15 de enero de 2010 en <http://recursostic.educacion.es/descartes/web/>

Rivera, J.G., Alcón, J.L. y Galo, J.R. (2009) *Desarrollo de estrategias con Descartes*. XIV JAEM, Girona. Recuperado el 15 de enero de 2010 en

http://recursostic.educacion.es/buenaspracticas20/web/difusion/materiales/xivjaem/desarrollo_estrategias_descartes.pdf

• Autoría

José Luis Alcón Camas (profesor de matemáticas)

Datos de contacto:

CENTRO: IES Baelo Claudia, Tarifa (Cádiz)

TFNO: 652497270

CORREO: alminimoesfuerzo@yahoo.es

José R. Galo Sánchez (profesor de matemáticas)

Datos de contacto:

CENTRO: Universidad de Córdoba

TFNO: 957218359

CORREO: jose.galo@roble.pntic.mec.es

copyright© La revista digital "Programas" se concibe como un servicio al profesorado para facilitar la difusión de sus experiencias y reflexiones. Los textos publicados aquí pueden ser copiados y distribuidos públicamente, siempre que cite la autoría y "Programas". No los utilice para fines comerciales y no haga con ellos obra derivada.