



## José R. Galo Sánchez

Doctor en Matemáticas por la Universidad de Sevilla (España), profesor de enseñanza secundaria y de Universidad.

Presidente de la organización no gubernamental "Red Educativa Digital Descartes" [proyectodescartes.org](http://proyectodescartes.org)

# Recursos interactivos de matemáticas que catalizan cambios metodológicos.

Successión o intercambio de paradigmas educativos centrados en la enseñanza o en el aprendizaje, cambios metodológicos, formación en competencias, atención a la diversidad, aprender a aprender, aprendizaje a lo largo de la vida, implantación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), competencia digital, evaluaciones internacionales, fracaso y abandono escolar, ... una larga lista que no deja de crecer y a la que hay que dar respuesta desde la Escuela con mayúscula y en sentido amplio como espacio de aprendizaje, independientemente del nivel educativo y ubicación y con un objetivo esencial que es la mejora educativa. Pero **¿qué cambios aplicar y cómo abordarlos?** No, no espere que aquí le proporcione una varita mágica para ello, ni la piedra

filosofal con la que pudiera conseguir dilatar su finito tiempo vital para poder conseguirlo completamente, pero sí trataré de establecer algunas posibles pautas desde las que intentarlo, las cuales están basadas en el análisis de experiencias educativas colectivas e innovadoras consultenad, por ejemplo, la "Experimentación con *Descartes* en el aula" promovida por el Ministerio de Educación de España y así avanzar hacia la consecución de dicho objetivo.

El marco teórico, conceptual y contextual en el que nos situamos es el proceso de aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas mediante la utilización de las TIC y, en particular, usando recursos educativos interactivos. Se busca mostrar cómo



DISPONIBLE EN PDF

[http://rutamaestra.santillana.com.co/edicion-26/recursos-  
interactivos-de-matematicas-  
que-catalizan-cambios-  
metodologicos/](http://rutamaestra.santillana.com.co/edicion-26/recursos-interactivos-de-matematicas-que-catalizan-cambios-metodologicos/)

estos pueden catalizar cambios metodológicos a los que el docente migra de manera natural y así, consecuentemente, se integran significativamente en su práctica educativa diaria y en el proceso educativo de su alumnado.

tal la *Red Educativa Digital Descartes*, *proyectodescartes.org* constituida por profesores que vuelcan en ellos su experiencia educativa de aula y los pone de manera altruista a disposición de la comunidad educativa de la aldea global.



Experimentación con Descartes en el aula



Red Educativa Digital Descartes, *proyectodescartes.org*

Parece ser, o se suele comentar, que la Escuela es resistente a los cambios, es decir, que tiene capacidad de recuperar su estado inicial cuando cesa una perturbación a la que se ve sometida. Y, si a ello, se le une la complicación de integrar una tecnología seguro que la resistencia se ve incrementada. ¿Quiere ser un miembro más del equipo docente que contribuye a hacer realidad “la cultura del rechazo” que se atribuye a la Escuela (Hodas, 1993)? <sup>1</sup> ¿Es de los que opinan que las únicas tecnologías aceptadas por la Escuela son la imprenta, por eso de los libros de texto, y el bolígrafo? o ¿piensa y siente la necesidad de introducir algunos cambios en su desarrollo profesional diario y en el contexto de su aula buscando mejorar su práctica educativa y con ella la Eeducación? Si está leyendo este artículo presupongo que piensa y valora la necesidad de modificar algo su forma de proceder, que está predispuesto a planificar nuevas acciones, a abordar su implementación y a su posterior evaluación. Pero ¿cómo canalizar esa inquietud?, ¿a qué nivel llegar?

Mi propuesta es que se adentre en el uso de las TIC para planificar y lograr el aprendizaje de las Matemáticas dentro del aula y fuera de ella. Pero no tema porque no pretendo que cambie su vocación y profesión matemática por la de informático, ¡no!, el nivel de competencia digital necesario no variará del que habitualmente emplea en su día a día fuera de la Escuela, o dentro de ella, para acceder y navegar por páginas web, por ejemplo, cuando lo hace con su smartphone. Aquí no hay que salvar ninguna brecha digital y no se verá forzado por la tecnología, pues la única forma de que una herramienta quede integrada en un proceso es sólo cuando pierde su protagonismo y es usada de manera rutinaria, es decir, cuando se hace invisible. Y, para ello, lo que quiero facilitarle es el acceso y uso de un conjunto amplio y sistemático de recursos educativos interactivos TIC elaborados por una organización no gubernamen-

Para utilizar los materiales de *RED Descartes* obviamente necesitará usar un ordenador, una tableta, un smartphone o una pizarra digital como medio de acceso y representación, pero lo único que ha de saber es utilizar un navegador pues nuestros recursos son compatibles con el estándar *HTML5* y, consecuentemente, éste actúa como una capa que aísla al usuario de complicaciones técnicas. Puede navegar y trabajar en nuestro servidor de contenidos, pero también si lo desea puede descargarlos en su ordenador y trabajar sin conexión. Usará las TIC, pero sin más complicación técnica que la usual con otras aplicaciones a las que estará habituado. ¡Ah! todos los recursos son de acceso libre y con licencias *Creative Commons* donde las restricciones principales son fáciles de cumplir: el reconocimiento de autoría y no hacer negocio con ellos.

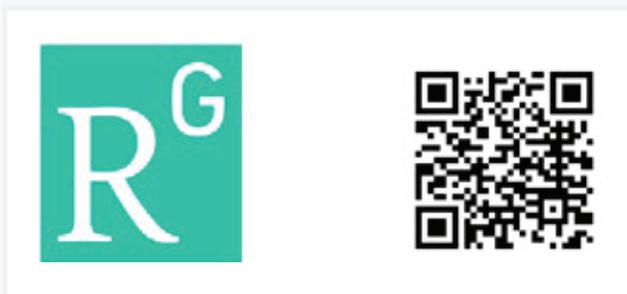
Pero, quizás esté pensando: “Ya tengo herramienta, soporte de trabajo y recursos para abordar la planificación del proceso educativo y ahora ¿qué hago?!”.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hodas, S. (1993). Technology Refusal and the Organizational Culture of Schools. Education Policy Analysis Archives. Volume 1, Number 10, 1993.



Pues la respuesta es muy sencilla: ¡desarrolle su labor docente! Porque, en principio, lo único que le he pedido es que cambie de recursos. Obviamente necesitará dedicar cierto tiempo a navegar y averiguar qué tipo de materiales son los que les ofrece la *RED Descartes*, conocerlos un poquito son muchos, bastantes, pero en principio ubíquese con ellos en el paradigma educativo que más le plazca o salte de uno a otro según estime oportuno, aplique la metodología que considere más adecuada en cada momento (si bien el tipo de recurso, a veces, le condicionará la elección o su potencial óptimo se conseguirá si se integra adecuadamente) y organice el proceso de enseñanza y aprendizaje según su valoración profesional y el objetivo educativo que persiga, desarrolle su vocación... Aunque, posiblemente, pudiera comentarme: ¡Le quedó lindo el planteamiento!, pero se centró en la teoría y yo ¡necesito llegar a la práctica!

¡Adentrémonos en esa práctica!, pero por la limitada extensión y objetivo de este artículo me veo obligado a dar sólo tres cortas pinceladas que muestren algunas de las posibilidades que se pueden hacer, ciertas alternativas para abordarlas y qué es lo que se persigue provocar con ellas y, necesariamente, para más detalles he de derivarle a otros artículos que puede encontrar en la wWeb, por ejemplo, en mi perfil en la red ResearchGate También le animo a profundizar y a contactar conmigo si lo estima oportuno.



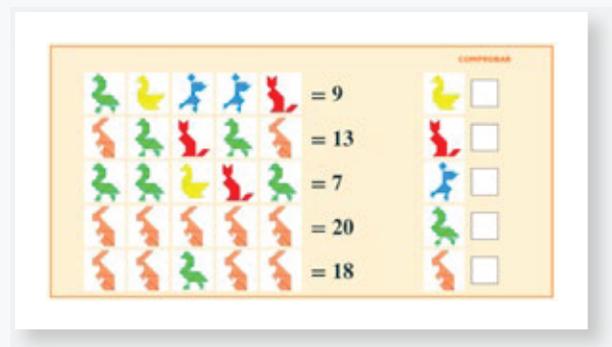
Perfil de Galo, José R. en ResearchGate  
artículos con texto completo

## Aprendizaje de algoritmos y procedimientos

¿Qué porcentaje de tiempo dedica al aprendizaje de algoritmos y procedimientos y cuánto a la resolución de problemas? El origen y fin de las matemáticas es hallar respuestas a nuestras inquie-

tudes, dificultades o curiosidades y para lograrlas requerimos de cálculos auxiliares, pero suele acontecer que estos se convierten en los protagonistas casi exclusivos del aprendizaje. Deslocalizamos el objetivo y desubicamos al alumnado (e incluso al profesorado) provocando la eterna pregunta o cantinela usual: “¿y esto para qué sirve?”. Se confunde el medio con el fin o bien oculta a éste.

Los recursos interactivos de *Descartes* incluyen semillas aleatorias controladas que permiten generar ejercicios dinámicos en los que cada vez que se accede o se pulsa un botón se muestran datos diferentes, manteniendo el mismo tipo de ejercicio y dificultad o incluso, si se desea, se puede variar ésta. También se produce la autocorrección y en caso necesario se facilita el procedimiento para determinar la respuesta correcta, se realiza una evaluación formativa.



Recurso interactivo con semillas aleatorias controladas y autocorrección

Como le indiqué no tengo la piedra filosofal, pero con este tipo de recursos interactivos habrá observado que ha quedado liberado de gran parte del tiempo que ahora dedica a realizar tareas rutinarias, cansinas, no creativas y desmotivadoras, y que ahora puede pasar a realizar verdaderas tareas docentes dedicándose a atender y resolver dudas individuales, a realizar una atención personalizada y diversa, por ejemplo. Y el alumno dedica el tiempo no a observar una corrección, sino a realizar tantos ejercicios como necesite hasta conseguir asimilar los conceptos y los procedimientos planificados, y lo realiza avanzando según sus capacidades y ritmo de aprendizaje personal e irá afianzando su seguridad y confianza. Metodológicamente cambia la estructura organizativa y la distribución temporal y cambia el rol del alumnado y profesorado.

Como ejemplo acceda a los siguientes recursos:



*Unidades de medida*



*Simplificación  
fracciones algebraicas*



*Introducción a los  
sistemas lineales*



*Integración por partes*

## Representaciones virtuales y modelos interactivos

Usualmente para la explicación y transmisión de los conceptos matemáticos solemos usar representaciones gráficas y modelos con los que perseguimos concretar mediante imágenes la abstracción del pensamiento. El medio usual para reflejarlas suele ser dibujando en la pizarra y/el tablero o proyectándolas desde un ordenador a la cual no deja de ser una mera traslación técnica de ese tablero a pizarra. Pero todas esas representaciones son meros reflejos estáticos de un momento o situación, instantáneas que aportan una visión parcial, y ello acontece incluso proyectando un vídeo ya que veremos distintos instantes temporales, pero desde un punto de vista o perspectiva seleccionada por quien lo grabó. La interactividad de los recursos de *Descartes* introduce cambios significativos y drásticos en esa limitación ya que estos se configuran como representaciones virtuales de la realidad que es objeto de estudio y, en ellas, podemos cambiar el punto de vista en objetos tridimensionales y lo que es más importante e interesante

variar valores en los parámetros de esos modelos y ver reflejados los cambios que acontecen en ellos. Este hecho permite una mejora comunicativa en la labor transmisora profesor-alumno lo cual es un salto cualitativo importante, pero es mucho más interesante cuando se aplica un rol diferente y se utiliza el modelo para que el alumno interactúe con él y proceda a deducir las causas de los efectos que observa.

Consecuentemente, lo que tenemos son modelos virtuales interactivos que actúan de mediadores que canalizan el pensamiento matemático y promueven la creación del conocimiento a través de la observación, investigación, deducción y verificación de hipótesis, es decir, aplicando el método científico. Se genera un cambio metodológico muy significativo porque el alumno de manera individual, o en un debate grupal, adquiere competencias claves fundamentales en su futuro desarrollo personal y profesional.

También pueden planificarse actividades complementarias en las que el alumnado investigue el contenido matemático que encierran las escenas



*Media y moda*



*Aprendizaje significativo de  
una propiedad del ortocentro*



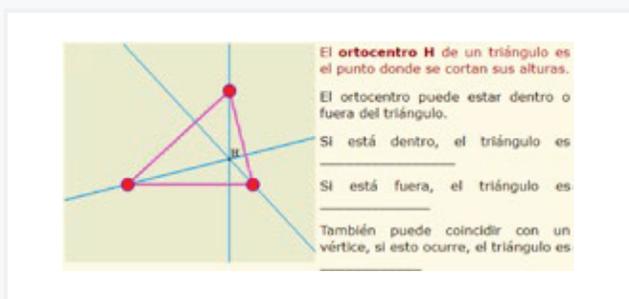
*Aprendizaje significativo  
de la función lineal*



*Área y volumen  
integral definida*



interactivas y vuelque sus conclusiones en un soporte digital descriptivo y explicativo, y para que lo comunique a sus compañeros en el aula y/o lo divulgue a través de la rRed.



*Aprendizaje significativo de una propiedad del ortocentro*

## Unidades didácticas y libros interactivos de Descartes

Antes hemos citado que una herramienta institucionalizada en la Escuela son los libros de texto que sirven de guía, planificación y programación de actividades en una secuenciación habitual de unidades didácticas. Y puesto que es algo generalizado, una estrategia para introducir las TIC en el proceso de aprendizaje y enseñanza es utilizar recursos que reproduzcan el esquema básico de los libros, pero obviamente no realizando un mero cambio de soporte de papel o formatos digitales (tipo *pdf* o *epub*), sino haciéndolos dinámicos e interactivos, introduciendo en ellos recursos de *Descartes* del tipo de los descritos anteriormente y otros específicos dirigidos a la evaluación.

Con estos recursos los cambios indicados anteriormente, entre otros que no he podido detallar, se amplifican porque la organización tradicional del aula unidireccional profesor-alumnos pasa a ser en red, la acción educativa se centra en el aprendizaje personal guiado y apoyado y acorde con las necesidades individuales.

Acontece inicialmente un cambio suave, además con gran motivación del alumnado al usar las TIC, pero en un corto plazo temporal la dinámica del aula se observará que ha cambiado de manera drástica en sus planteamientos organizativos, metodológicos y en los roles asumidos por cada cual. Mejora el ambiente en la clase, se incrementa el rendimiento, los resultados académicos tienen una tendencia positiva y el aprendizaje se hace significativo.

Proyecto ed@d  
Unidades didácticas

del proyecto  
descartes

*Proyecto Educación Digital con Descartes*

Nuestros libros interactivos se encuadran en dos subproyectos que denominamos *ED@D* (Educación Digital con *Descartes*) e *iCartesiLibri* (libros interactivos de *Descartes*) accesibles desde el portal de *RED Descartes*.

Análogo planteamiento puede realizarse al trabajar con los recursos del subproyecto “Unidades didácticas” para los niveles de educación Primaria, Secundaria y Bachillerato. Todos estos libros y recursos pueden usarse en el trabajo en el aula y en casa en un contexto educativo de enseñanza presencial y también en un sistema de educación a distancia.

Así pues, le animo a adentrarse en el uso de las TIC, en particular mediante los recursos de *RED Descartes*, a verificar que planificando las intervenciones docentes los cambios no son drásticos, serán asumibles, y poco a poco, a medio plazo comprobará que su práctica educativa ha cambiado sensiblemente, que el ambiente en el aula y los resultados educativos habrán mejorado, que la satisfacción colectiva y personal se habrá incrementado y sólo si algún día por cualquier causa no puede usar la TIC se verá preguntándose: ¡Pero, ¿qué hacía yo antes de utilizar las TIC y *Descartes* en el aula?!



Proyecto ED@D



Proyecto iCartesiLibri



Unidades didácticas

### Nota final:

Soy consciente de que el primer condicionante de aprendizaje con TIC es la infraestructura con la que se cuenta. Es muy diferente disponer de un único ordenador para todo el aula o que cada alumno disponga de su ordenador. Que el alumnado disponga de ordenador y conexión a Internet en casa o que no sea así. Son muy distintas las circunstancias, pero hay una imprescindible que salvará cualquier dificultad con ilusión e iniciativa en este contexto y en cualquier otro: ¡un docente comprometido con la mejora educativa! ¡Y ése es usted! **RM**

### Referencias

Alcón Camas, J. L., Galo Sánchez, J. R. y Rivera Berrío, J. G. (2010). Aprendizaje y práctica de procedimientos con Descartes. XIII Congreso sobre enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, SAEM Thales, Córdoba.

Crespo I., Eixo X., Galo J. R., Gelis M., Rodríguez M. D. y Sánchez J. (2010). Enseñando Matemáticas con Descartes. XIV Jornadas para el aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas (JAEM), FESPM, Girona.

Galo Sánchez, J.R. (2014). Recursos de la RED Descartes para tabletas y "smartphones". XV Congreso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, SAEM Thales. Baeza (Jaén).

Galo Sánchez, J. R. (2013). La RED Descartes soporte para Enseñars a Aprender, Aprender a Aprender y Aprender a Enseñar. II Congreso nacional y 2.ª Reunión Iberoamericana de Innovación en tecnología Educativa., México D. F. y Mérida-Yucatán (México).

Galo Sánchez, J. R. (2008). Aprendizaje continuo con Descartes en el Aula. Congreso Internet en el Aula, Ministerio de Educación. Granada.

Galo Sánchez, J. R. y Salgueiro González, J. A. (2008). Proyecto HEDA: Hermanamientos Escolares con Descartes desde Andalucía. Congreso Internet en el Aula, Ministerio de Educación. Granada.

Galo Sánchez, J. R., García-Mollá, J., Núñez, A. y Rodríguez-Aguilera (2007) "La experimentación Descartes en Andalucía". XIII Jornadas sobre el Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas, Granada.

García Cebrian, M. J. y Galo Sánchez, J.R. (2010). Recubrimiento curricular interactivo para la ESO: proyecto ED@D. XIII Congreso sobre enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, SAEM Thales, Córdoba.

RED Descartes (2019). Recursos educativos interactivos de RED Descartes (Vol. IV) ISSN: 2444-9180.

Rivera Berrío, J. G. y Galo Sánchez, J. R. (2014). Proyecto Canals: inmersión digital de los materiales de María Antónia Canals. XV Congreso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, SAEM Thales. Baeza (Jaén).

