



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

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 consultadas, 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)? ¹ ¿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?!”.

¹Hodas, 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.



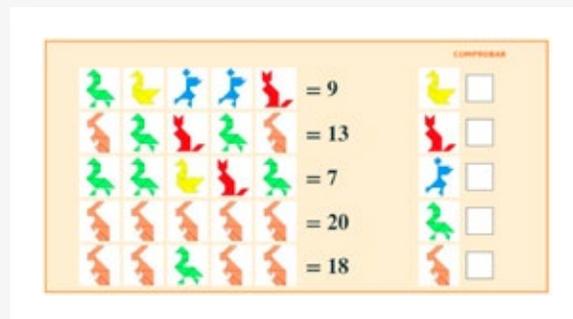
Perfil de Galo, José R. en ResearchGate
artículos con texto completo

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
de 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 lo 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*



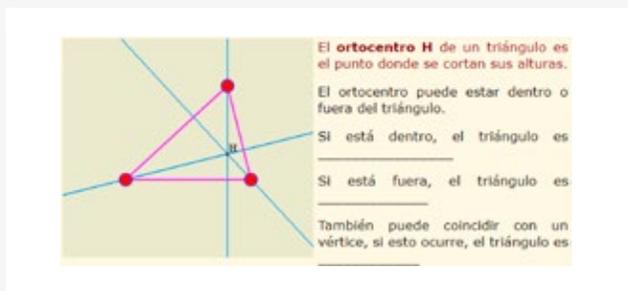
interactivas y vuelque sus conclusiones en un soporte digital descriptivo y explicativo, y para que lo comunique a sus compañeros en el aula y/o lo divulgue a través de la rRed.

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 Educación Digital con Descartes



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.

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 Pprimaria, Ssecundaria y Bbachillerato., 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 lo 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 ordencomputador para todo el aula o que cada alumno disponga de su ordencomputador. Que el alumnado disponga de ordencomputador 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).





Carlos Javier Rojas Álvarez

Magíster en Educación por la Universidad del Norte. Especialista en Docencia Universitaria de la misma universidad. Licenciado en Matemática y Física por la Universidad del Atlántico. Docente de matemática y estadística de la Universidad del Norte. Autor de varios libros entre ellos Razonamiento Cuantitativo 2.a edición y Aplicaciones de las funciones algebraicas.

La matemática, un perímetro complejo de enseñar

La matemática, conocida usualmente como la ciencia de los números y sus operaciones, es la asignatura “fucú” o tormento en los colegios y universidades. ¿Por qué ocurre esto? Una razón es el *cómo la enseñamos*, llenando el tablero de fórmulas y ecuaciones, y en esto influye la concepción que el maestro tenga de la matemática. La enseñanza de cualquier ciencia es un asunto complejo en el cual hay que tener en cuenta, entre otras cosas, el *qué* (contenidos), el *cómo* (metodología o didáctica) y el *porqué* (la razón o justificación). A continuación vamos a dar nuestra opinión acerca de estos tres aspectos.

Supongamos que el *qué* ya está dado en los Lineamientos Curriculares de Matemáticas y en los Es-

tándares Básicos, ambos documentos construidos por el Ministerio de Educación Nacional. Para el *cómo*, nos basamos en cinco saberes: historia, epistemología, semiótica, psicología y neurociencia.

La historia de la matemática es clave para enseñar un concepto matemático. Pero no la historia anecdótica, sino la historia epistemológica. Por ejemplo, es usual enseñar la ecuación cuadrática exclusivamente con símbolos, pero si observamos como los habitantes en la Mesopotamia antigua resolvían las ecuaciones cuadráticas con un “rompecabezas” de rectángulos y cuadrados, podríamos solucionar la primera ecuación cuadrática de la clase, planteada a partir de un problema, con este “rompecabezas” que actualmente denominamos “representación geométrica”.



DISPONIBLE EN PDF

<http://rutamaestra.santillana.com.co/edicion-26/la-matematica-un-perimetro-complejo-de-ensenar/>

La semiótica:

El uso de diversos sistemas de representación en matemáticas está sustentado en los registros de representación semióticos, cuyo expositor es Raymond Duval. Precisamente, al usar la representación geométrica sugerida en el párrafo anterior, junto con la representación algebraica o simbólica, estamos haciendo uso de la semiótica. ¿Qué papel juega la psicología? Por ejemplo, ¿cuáles son los procesos cognitivos que definen el pensamiento espacial? Para responder a esta pregunta debemos recurrir a los distintos modelos de capacidad espacial que existen en la teoría multifactorial de la inteligencia humana y seleccionar los que se ajusten a los estándares y matrices de referencia del ICFES. Si tenemos claro estos procesos cognitivos del pensamiento espacial, sabremos cómo fomentarlos no solo en el pensamiento espacial, sino en el pensamiento métrico.

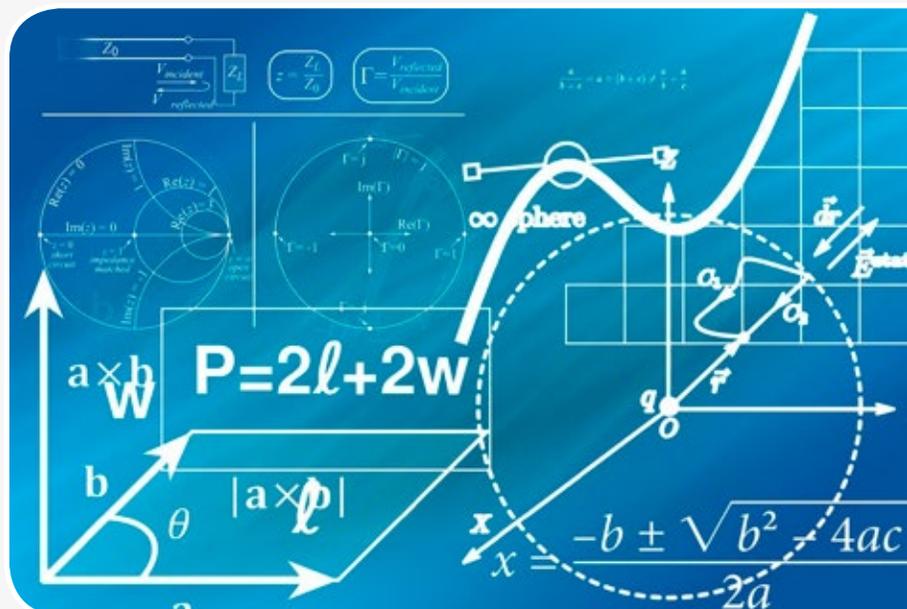
Es el caso en el cálculo del volumen del cono: al plantear un problema que involucre la fórmula del volumen del cono, también podemos pedirle al alumno que dibuje con regla, compás y transportador el desarrollo plano del cono. Una pregunta que podemos plantear al lector desde la psicología: ¿qué es aprender matemática? Responderla nos conduce a otros dos: ¿qué es aprender? y ¿qué vamos a entender por matemática? Para intentar responder a esta última, echemos un vistazo superficial y breve al surgimiento y desarrollo de la matemática, desde un punto de vista epistemológico.

La Mesopotamia meridional fue explotada por sus habitantes desde la prehistoria aprovechando su situación geográfica de las dos cuencas fluviales convergentes (ríos Tigris y Éufrates) que los favoreció en la importación y exportación de productos de la época. Este intercambio de mercancía más la necesidad de llevar registros de ventas de terrenos, de localización de terrenos y de arrendamientos, entre otros, llevó a los habitantes a inventar la escritura (atribuida a los sumerios), un sistema de numeración y al surgimiento de la matemática como actividad empírica, que también se dio en los egipcios.

Fueron los griegos quienes le dieron el carácter científico a la matemática, sin dejar de lado las aplicaciones, con la axiomatización de la geometría realizada por Euclides, quien la publicó en el libro Los Elementos. Esta obra, que muestra el método deductivo, tenía la “verdad matemática” has-



ta que el ruso Nikolai Lobachevsky (1793-1856) y el alemán Karl Gauss (1777-1855) negaron el V postulado de las paralelas de Euclides. Lobachevsky concluyó que por un punto exterior a una recta dada no existía una, sino más de una recta paralela a la recta dada, creando la geometría hiperbólica; mientras que Gauss concluyó que por un punto exterior a una recta dada no existían paralelas, creando la geometría elíptica.



Estas geometrías se conocen como geometrías no euclidianas y fueron usadas por Albert Einstein para su teoría de la relatividad, creando una crisis en la matemática, que llevó a David Hilbert (1862-1943) a formalizar la matemática, reduciéndola al estudio de relaciones entre objetos abstractos y un puro juego de símbolos sin conexión con lo concreto.

A esta corriente del origen y naturaleza de la matemática se le denomina *Formalismo*. Existen otras corrientes que son el *Logicismo* y el *Intuicionismo*, pero el *Formalismo* es el que ha servido para el avance en otras ciencias. Por supuesto, que entre la obra de Euclides y el surgimiento de las geometrías no euclidianas se desarrollaron las diversas ramas de la matemática, que por razón de espacio no vamos a reseñar.

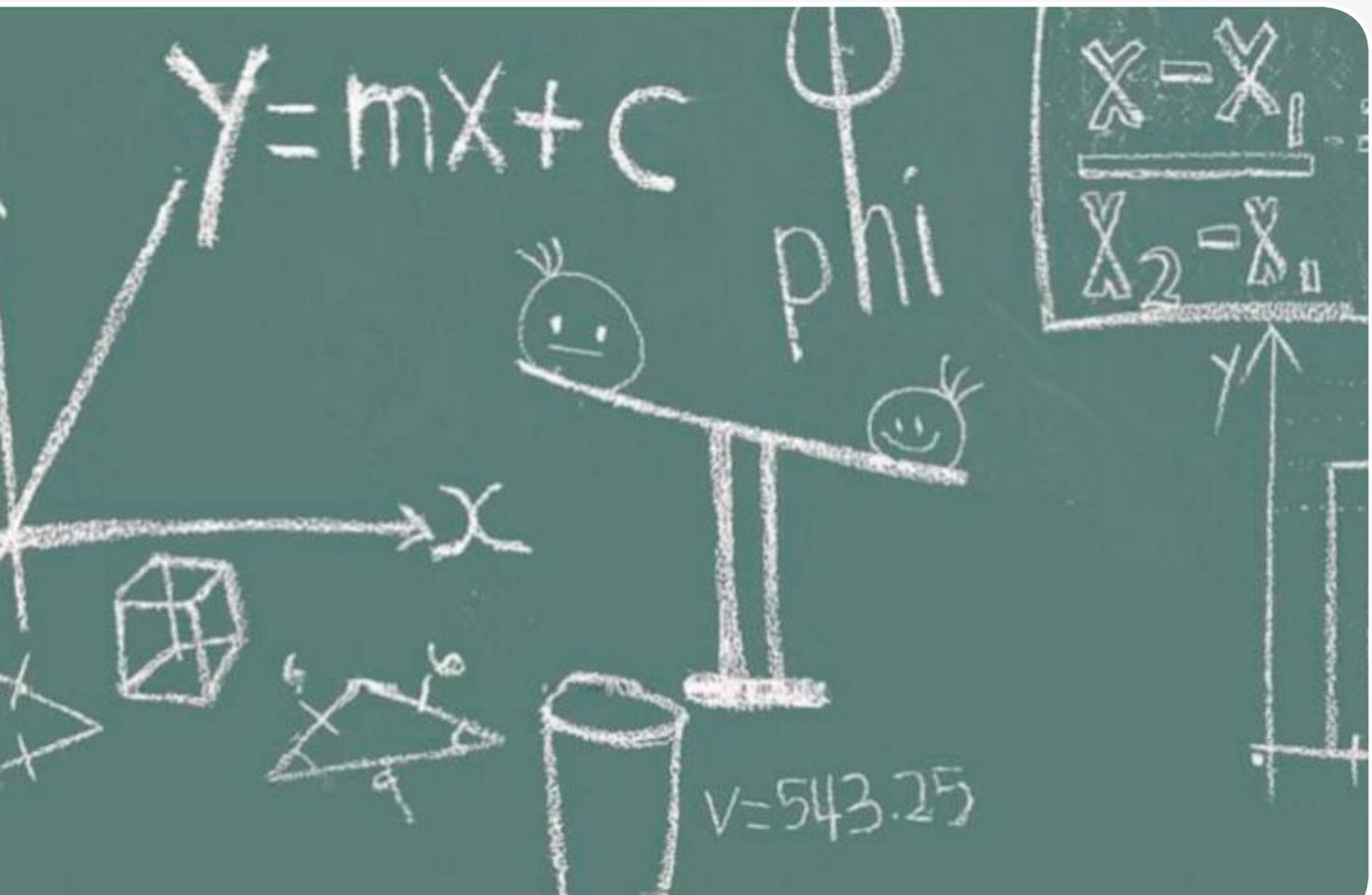
En el párrafo anterior vimos que la matemática surgió de solucionar problemas del entorno (empírica), que con los griegos se axiomatizó (matemática deductiva) y con Hilbert se formalizó. Esta breve secuencia, en nuestra opinión, nos da más bases para reflexionar sobre los interrogantes planteados en uno de los párrafos anteriores.

La neurociencia nos ayuda, entre otras cosas, a ma-

nejar los tiempos de aprendizaje antes de proponer una evaluación. El aprendizaje es lento y no sería conveniente dar un tema nuevo un lunes y hacer una evaluación del tema el miércoles. Después de haber terminado el *cómo*, pasamos al *porqué*.

De acuerdo al origen (empírico) y desarrollo (como ciencia) de la matemática, la inclusión de la matemática en el currículo escolar se justifica *porque* la matemática resuelve problemas del entorno a distintos niveles. No es lo mismo un problema para segundo de primaria que para noveno grado. Lo que es lo mismo es la concepción de problema: una situación que debe ser modelada, y el componente clave de la modelación es saber qué operación u operaciones se necesitan para solucionar el problema.

En síntesis, enseñar matemáticas va mucho más allá de repetir un texto guía en la clase y de llenar el tablero de fórmulas y ecuaciones; implica, además, conocer un poco de historia, de psicología, de semiótica, de neurociencia, de epistemología, y por supuesto, lo principal, pero no suficiente, de saber matemática, para que dicha enseñanza no sea exclusivamente algorítmica que termine creando aversión hacia la matemática por parte de los alumnos. **RM**





Pedro Gómez

Director de "una empresa docente", el centro de formación e investigación en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes. Su principal área de trabajo es la formación de profesores de matemáticas.



Alexandra Bulla

Magíster en Educación Matemática de la Universidad de los Andes. Gestora de proyectos académicos coordinando cursos de formación en matemáticas para profesores en la educación básica y media.

PROFESORES DE PRIMARIA: Las matemáticas en su formación

Una proporción importante de los profesores de primaria carecen de los conocimientos disciplinares y didácticos que se requieren para enseñar matemáticas en ese nivel educativo. En este artículo, presentamos el diseño curricular de un curso virtual de formación de profesores que aborda este problema. El curso conjuga el modelo del análisis didáctico y la resolución de problemas para concebir el proceso de la deconstrucción de un problema matemático. Este proceso consiste en establecer, a partir de la formulación de un problema matemático asociado a un tema de las matemáticas escolares, una tarea de aprendizaje que permite fortalecer el conocimiento matemático y didáctico del profesor de primaria en matemáticas.

Palabras clave:
Formación de
profesores, primaria,
matemáticas, virtual.

Una breve introducción

La manera casi autodidacta con la que una gran cantidad de los profesores de primaria aprendieron matemáticas explica su visión del aprendizaje de esta disciplina como la memorización de procesos de tipo simbólico que permiten resolver ejer-



DISPONIBLE EN PDF

<http://rutamaestra.santillana.com.co/edicion-26/profesores-de-primaria-las-matematicas-en-su-formacion/>

cicios rutinarios. Ellos tienen pocas herramientas conceptuales y metodológicas para ofrecer a sus estudiantes oportunidades en las que puedan desarrollar sus competencias matemáticas.

En este artículo, presentamos el diseño de un curso virtual para la formación de profesores de primaria en matemáticas que busca proporcionar al profesor un conocimiento profundo de los temas matemáticos objeto de esa enseñanza, con el nivel de reflexión y la amplitud que le permiten comprender y prever el proceso de aprendizaje de sus estudiantes y diseñar e implementar actividades que promuevan ese proceso. En los siguientes apartados, presentamos el marco conceptual que sustenta este proceso de diseño curricular, los objetivos del estudio, el método que usamos y los resultados que obtuvimos. Terminamos con algunas conclusiones.

¿Qué es la deconstrucción de problemas matemáticos?

La calidad de la educación en matemáticas depende de las oportunidades que los estudiantes tienen en el aula para desarrollar sus competencias matemáticas acordes con los fines de la educación (Wood, 2002) **1**. Estas oportunidades de aprendizaje se configuran alrededor de las tareas que el profesor propone en el aula.

Los niños aprenden cuando, al interactuar con sus compañeros y el profesor, usan las matemáticas para abordar y resolver situaciones y problemas que les resultan relevantes. Por consiguiente, el profesor debe ser capaz de buscar, seleccionar, adaptar, diseñar e implementar en el aula oportunidades de aprendizaje que promuevan esta visión del aprendizaje.

Para ello, el profesor debe tener competencias, habilidades, conocimientos y actitudes que le permitan, para cada tema de las matemáticas escolares: (a) establecer los fenómenos que dan sentido al tema y los problemas en los que se puede usar (conocimiento del contenido desde una visión funcional de las matemáticas escolares), (b) establecer las expectativas, las limitaciones y las fases de aprendizaje que caracterizan el tema desde la perspectiva de su uso para resolver problemas y (c) diseñar e implementar oportunidades de aprendizaje que, al atender a las fases de aprendizaje, contribuyan al logro de esas expectativas y a la superación de esas limitaciones en un contexto en el que los estudian-

tes avanzan en su aprendizaje al interactuar con sus compañeros y su profesor.

Utilizamos el modelo del análisis didáctico como conceptualización de los procesos de formación del profesor de matemáticas. El modelo permite establecer los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos que un profesor debería tener idealmente a la hora de planificar una hora de clase sobre un tema concreto de las matemáticas escolares. Para ello, el modelo utiliza, para cada dimensión del currículo, un conjunto de conceptos pedagógicos que permiten al profesor analizar y producir información sobre el tema y diseñar tareas de aprendizaje y evaluación, de cara a utilizar esa información para producir y fundamentar su propuesta de planificación.

El término “tarea” tiene diversos significados en el contexto educativo. Nosotros utilizamos la noción de tarea como el elemento central del proceso de enseñanza y aprendizaje. Concebimos la noción de tarea de aprendizaje como una demanda estructurada, con un contenido matemático y un propósito de aprendizaje, que el profesor propone a sus estudiantes (Gómez, 2018) **2**.

La resolución de problemas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares es aceptada entre la comunidad de educadores matemáticos como parte fundamental del conocimiento del profesor. No obstante, esta importancia no se expresa en los diferentes marcos del conocimiento y esquemas de formación de profesores (Piñeiro, Castro-Rodríguez y Castro, 2019) **3**.

Relacionamos el modelo del análisis didáctico y la resolución de problemas para concebir el proceso de la deconstrucción de un problema matemático. Este proceso consiste en establecer, a partir de la formulación de un problema matemático asociado a un tema de las matemáticas escolares, una tarea de aprendizaje.

Deconstruir un problema matemático implica analizar, explorar, relacionar, resolver y comprender la formulación de un problema matemático al realizar un análisis de contenido, cognitivo y de instrucción para los temas matemáticos. Para ello, se busca que el profesor establezca y analice (a) los conceptos y procedimientos, los sistemas de representación y los fenómenos que están implicados (análisis de contenido); (b) las expectativas de aprendizaje que se espera lograr, los errores y difi-

1 Wood, T. (2002). Demand for complexity and sophistication: Generating and sharing knowledge about teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(3), 201-203.

2 Gómez, P. (Ed.). (2018). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares*. Bogotá: Ediciones Uniandes. Disponible en bit.ly/2tHrpfk

3 Piñeiro, J. L., Castro-Rodríguez, E. y Castro, E. (2019). Componentes de conocimiento del profesor para la enseñanza de la resolución de problemas en educación primaria. *PNA*, 13(2), 104-129.

4 MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá: Autor.

cultades que puede promover y las demandas cognitivas que conlleva (análisis cognitivo); y (c) las metas, las ayudas, la agrupación y la interacción que se puede implementar al llevar al aula la nueva versión del problema (análisis de instrucción).

En lo que sigue, presentamos cómo, a partir de las ideas anteriores, diseñamos un curso de formación virtual para profesores de primaria en matemáticas.

Primera aproximación al diseño del curso

Con el propósito de fomentar el mejoramiento y calidad de la práctica docente del profesor de matemáticas en educación primaria, diseñamos un curso virtual de formación para profesores de primaria que promueva el desarrollo de su conocimiento matemático y didáctico.

Nuestro interés por diseñar un curso de formación virtual en matemáticas surgió luego de identificar las características de la formación de los profesores de primaria en esta área y constatar que el desplazamiento es un factor que influye en la participación de profesores en esquemas de formación. Adicionalmente, encontramos que existe poca oferta y alta demanda de este tipo de formación. Nos propusimos crear un espacio de formación que atendiera estas necesidades.

Iniciamos con el diseño e implementación de un curso virtual en el que los profesores resolvían diferentes ejercicios matemáticos y recibían realimentación escrita a sus soluciones. En esta primera versión, identificamos que resolver ejercicios rutinarios no necesariamente permitía a los profesores profundizar en su conocimiento, ni motivar su aprendizaje. Comprobamos que la virtualidad debe ir acompañada de sesiones sincrónicas, junto con comunicación y seguimiento permanente a las diferentes actividades. En este primer diseño, constatamos que no le estábamos dando la importancia que correspondía a la resolución de problemas y decidimos introducir la idea de la deconstrucción de problemas.

Con base en las ideas anteriores, produjimos un nuevo diseño que presentamos en este artículo. Consideramos que el diseño aborda los aspectos claves que permiten la formación de profesores de primaria en matemáticas. Este diseño aborda

la resolución de problemas matemáticos desde sus aspectos conceptuales, cognitivos y formativos.

El curso

En este apartado, describimos el diseño curricular del curso virtual Deconstrucción de problemas matemáticos en primaria: objetivo, contenido, metodología y evaluación.

Objetivo

El curso virtual tiene como propósito que los profesores de primaria reconozcan la complejidad de los contenidos matemáticos en este nivel educativo, se apropien del conocimiento matemático y didáctico de diferentes temas de las matemáticas escolares, y desarrollen su capacidad para llevar al aula un problema ya diseñado y lo conviertan en una tarea que promueva oportunidades de aprendizaje para sus estudiantes. Para ello, el profesor de primaria tiene la oportunidad de extraer, conocer y analizar en profundidad los diversos significados de los temas



de las matemáticas escolares de la educación primaria desde su historia, los conceptos y procedimientos que los caracterizan, las distintas formas en que se hacen presentes (p. ej., tablas, gráficas o expresiones algebraicas), y los fenómenos y situaciones que les dan sentido, a partir de la deconstrucción de problemas matemáticos.

Contenido

En el curso, se trabajan problemas matemáticos que abordan cada uno de los pensamientos matemáticos (MEN, 2006) **4** en los temas de números naturales, estructuras aritméticas, números racionales, geometría elemental del plano, magnitudes y medida, progresiones aritméticas, estadística y probabilidad.

Metodología

El curso contempla tres actividades presenciales y ocho virtuales. En las actividades presenciales, los profesores realizan talleres matemáticos y didácticos. Las actividades virtuales abordan ocho tareas de aprendizaje que se desarrollan en catorce clases sincrónicas. En los dos tipos de actividades, se mantiene un acompañamiento y comunicación constante con los profesores.

La actividad virtual inicial tiene por objetivo que el profesor conozca y se apropie del proceso de la deconstrucción de problemas matemáticos y la metodología del curso. En cada actividad virtual intermedia, el profesor debe revisar los videos y documentación; realizar un documento borrador y un documento final que de cuenta de la tarea de aprendizaje en la que se deconstruyen formulaciones de problemas matemáticos; realizar un documento con comentarios críticos al trabajo de algún compañero; participar en los diferentes espacios de interacción; y asistir y participar en dos clases sincrónicas en la que el coordinador y el formador formalizan los aprendizajes desarrollados en cada actividad. En la actividad final, el profesor registra dudas relacionadas con el uso en la práctica de aquellos aspectos teóricos que se abordaron en las actividades anteriores.

El curso centra su atención en las actividades intermedias en las que el profesor realiza la deconstrucción de un problema matemático relacionado con un tema de las matemáticas escolares. Para ello el profesor, establece las relaciones de los diferentes

conceptos y procedimientos del tema matemático del problema; identifica las diferentes representaciones que dan sentido al tema matemático; identifica el contexto inmerso en ese problema matemático; identifica sus diferentes estrategias de solución; aborda y profundiza en la construcción, utilidad y análisis de un grafo de procedimientos; realiza la previsión de los errores y ayudas; diseña metas de aprendizaje y su relación con los documentos curriculares; y establece los conocimientos previos, materiales o recursos, el agrupamiento, interacción y temporalidad pertinentes para que la formulación del problema se convierta en una tarea de aprendizaje.



Evaluación

En el curso, se realiza un proceso de evaluación formativa y sumativa que incluye una rúbrica con criterios de evaluación para el documento final de la actividad, el documento con comentarios críticos y la participación en las clases presenciales y virtuales. Durante el desarrollo del curso, se acompaña permanentemente a los profesores en clases sincrónicas con el fin de contribuir a la reflexión sobre las prácticas pedagógicas y la construcción de los aprendizajes.

Conclusiones

En una experiencia piloto, constatamos que este diseño permite que los profesores se apropien de

la competencia de resolución de problemas y la entiendan como un eje articulador en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas escolares; conozcan herramientas conceptuales y metodológicas que les permitan abordar el aprendizaje y la enseñanza de los contenidos matemáticos; desarrollen su conocimiento matemático; desarrollen su capacidad para seleccionar modificar y diseñar tareas que promuevan el aprendizaje de sus estudiantes; y reflexionen sobre sus rutinas de trabajo.

Con esta propuesta, esperamos promover la importancia de diseñar espacios virtuales de formación que promuevan oportunidades para que los profesores de primaria en matemáticas puedan reflexionar, profundizar y mejorar su formación y sus prácticas pedagógicas. **RM**





Felipe Guzmán Ramírez

Director de Tecnología e Información del Icfes. Cuenta con 12 años de experiencia en proyectos e iniciativas de transformación digital de entidades públicas. Especialista en Gobierno y Políticas Públicas. Fue investigador y consultor del Externado en temas de gobierno electrónico y sociedad de la información.

‘El Icfes tiene un Preicfes’: familiarizarse con la evaluación gracias a la transformación digital

Uno de los aspectos que mayor inquietud genera tradicionalmente en los estudiantes en relación con las pruebas Saber, es el conocimiento del entorno, alcance y características específicas de la prueba. Algunas personas logran obtener información y experiencias para familiarizarse con las pruebas a través de materiales bibliográficos, cursos de preparación o acompañamientos personalizados. No obstante, la posibilidad de acceso a estas herramientas está condicionada por variables como la ubicación geográfica y características socioeconómicas de los estudiantes; lo cual redundaría en la imposibilidad de un gran número de personas para acceder a estos procesos y recursos de familiarización. Ante este panorama, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación

–Icfes, aprovechando una serie de ítems (preguntas) liberados con los que contaba, ideó una herramienta electrónica, gratuita, de libre acceso desde Internet, para que los estudiantes pudieran familiarizarse con las pruebas Saber, así nació ‘El Icfes tiene un Preicfes’.

Para hacer realidad esta idea, el Instituto dispuso una serie de recursos y adelantó esfuerzos significativos encaminados a diseñar la mejor experiencia de usuario y contar con la mejor herramienta. Implementando metodologías de innovación asociadas no solo a la adopción de nuevas tecnologías sino a la generación de alto valor con producto de calidad, se logró habilitar esta maravillosa plataforma.



DISPONIBLE EN PDF

<http://rutamaestra.santillana.com.co/edicion-26/el-icfes-tiene-un-preicfes-familiarizarse-con-la-evaluacion-gracias-a-la-transformacion-digital/>

Esta herramienta fue diseñada y desarrollada teniendo en cuenta los más altos estándares de usabilidad y disponibilidad, permitiendo a los usuarios seleccionar cada una de las pruebas que componen los exámenes Saber, responder las preguntas y obtener al final un resultado general, que da cuenta al usuario, su nivel de habilidad en el área correspondiente.

Adicionalmente, se creó como la prueba piloto de un motor adaptativo desarrollado por el Icfes, que pretende ser la base de pruebas más cortas, personalizadas y con mejor nivel de estimación de las habilidades de los estudiantes. El motor permite generar rutas personalizadas de preguntas, dependiendo de las respuestas dadas por el estudiante, aumentando o disminuyendo el grado de dificultad. De esta forma, solo con 15 a 20 preguntas, se logra la estimación de la habilidad.

La herramienta, hasta el momento, se ha puesto en marcha en tres ocasiones en lo transcurrido de este año: previa a la aplicación de la prueba Saber 11 para calendario B y antes de la aplicación de la prueba Saber TyT de primer semestre. Los estudiantes que buscaron familiarizarse con el examen Saber 11, pudieron realizar las pruebas de Lectura Crítica, Matemáticas, Sociales y Ciudadanas, Ciencias Naturales e Inglés. Por su parte, los alumnos de los programas técnicos y tecnológicos realizaron las pruebas de Razonamiento Cuantitativo, Lectura Crítica, Competencias Ciudadanas e Inglés, complementado con unas guías generales respecto a la prueba de Comunicación Escrita.

¿Cómo se implementó esta idea?

En ocasiones, las iniciativas que mayor valor generan son aquellas más simples y que se centran en atender problemáticas puntuales de los ciudadanos. En el caso del Icfes, una problemática puntual en conjunto con una herramienta ya probada, dio origen a una idea fantástica.

El no conocer el alcance y características específicas de la prueba, consolida una serie de prejuicios y mitos alrededor de los exámenes, que terminan impactando el desempeño de los estudiantes, por variables que se manifiestan el día de la prueba como la ansiedad, la incertidumbre y el miedo.

Paralelo a esta situación, el Icfes venía desarrollan-

do e implementando una herramienta que permitiera la aplicación de exámenes de forma electrónica desde cualquier computador con acceso a Internet. Esta iniciativa, se venía probando en ejercicios realizados para obtener información, que permitiera valorar el impacto de una futura transición de pruebas de papel y lápiz a prueba electrónica.



¿Quiénes se benefician?

Al menos tres grupos de actores se benefician de esta iniciativa liderada por el Icfes: los estudiantes, los docentes y las instituciones educativas.

En el caso de los estudiantes, la herramienta se constituye en la mejor forma de familiarizarse con los exámenes del Icfes. Les permite interactuar con los ítems (preguntas) de cada prueba las veces que lo deseen, entender los contextos y aclarar aquellas ideas preconcebidas respecto al examen.

Por su parte, los docentes pueden aprovechar el instrumento, con el fin de complementar actividades de clase, tendiente a la apropiación de las pruebas Saber por parte de sus alumnos. Se constituye en una fuente directa de información respecto a la estructura y alcance que se le viene dando a las evaluaciones, generando insumos destacados para el desarrollo de su proceso de enseñanza.

En relación con las instituciones educativas, la promoción del uso del aplicativo, genera información muy relevante para su toma de decisiones. Permite identificar las áreas de mayor inquietud y preferencia por parte de los estudiantes, lo que posibilita reforzar iniciativas puntuales de familiarización, no solo con el examen, sino con la finalización de sus procesos de educación y formación.

Adicionalmente, habilita una nueva fuente de conocimiento por parte de las instituciones respecto a las principales fortalezas y debilidades de sus estudiantes en relación con las áreas de la prueba, permitiendo potenciar aquellos puntos positivos y generar caminos de acción ante las opciones de mejora.

Los resultados

Prueba	Saber 11 Calendario B	Saber TyT
Duración aplicación al aire	20 días	34 días
Usuarios únicos	94.689	33.470
Ingresos a la plataforma	389.732	103.480
Pruebas más demandadas	Matemáticas 41.679 veces Inglés 31.978 Lectura Crítica con 29.985 Ciencias Naturales con 26.881 Sociales con 21.975	Razonamiento Cuantitativo 12.158 veces Lectura Crítica con 11.089 Inglés con 8.294 Competencias Ciudadanas con 6.685
Máximo de usuarios en un solo día	9.645 usuarios	3.148 usuarios
Menos demanda en un día	4.003 usuarios	311 usuarios

¿Hacia dónde vamos?

La entidad ha identificado el alto potencial de 'El Icfes tiene un Preicfes' como iniciativa dedicada a empoderar a los estudiantes y acercarlos a las pruebas Saber. En este sentido, se habilitó la herramienta de forma previa a cada aplicación de las pruebas Saber. Se tienen previstos tres ejes de mejora de la iniciativa: acceso móvil, diversificación de ítems y mejoras en accesibilidad.

Uno de los temas que más inquietudes generó durante las dos salidas que ha tenido la herramienta, fue la posibilidad de acceso a través de dispositivos móviles. En este sentido, a partir de la habilitación de la iniciativa para los estudiantes de grado 11 de calendario A en el mes de julio, se dispuso de una aplicación móvil que les permitirá tener acceso a toda la funcionalidad de la herramienta desde cualquier dispositivo, lo que sin duda contribuirá a que más estudiantes tengan acceso a ella.

La sostenibilidad de la herramienta, depende en gran medida de seguir ofreciendo contenidos actualizados alineados a los diversos desarrollos de las pruebas en el Instituto. Por esta razón, se continuará ampliando de forma permanente la oferta de ítems asociados a cada examen.

Finalmente, se están diseñando una serie de mejoras en accesibilidad, centradas principalmente en contrastes y tamaños de letra por lectores de pantalla para que personas con discapacidad puedan también beneficiarse de esta herramienta.

El compromiso del Icfes

El Icfes ha definido una senda en la cual la tecnología será utilizada estratégicamente para facilitar la vida de los estudiantes y generar información cada vez más valiosa para la toma de decisiones relacionadas con la educación en el Estado. Y para esto, asumió un compromiso irrestricto con la transformación digital de sus actividades.

En este sentido se está trabajando en la transición de pruebas de papel y lápiz a pruebas electrónicas, que permitan procesos de evaluación más eficientes y eficaces. Se adelanta un proceso de diseño de herramientas, incorporando tecnologías emergentes y exponenciales que faciliten la interacción con las pruebas y sus resultados por parte de personas en condición de discapacidad.

Actualmente, se están consolidando procesos de analítica de datos tendientes a realizar no solo la descripción de los procesos de evaluación de la educación, sino que, adicionalmente permitan ejercicios predictivos y prospectivos.

Todas estas iniciativas buscan generar el mayor valor posible en los estudiantes, docentes e instituciones educativas en el país. Es por esto, que el Icfes extiende una invitación abierta a todos los actores del sistema, no solo para que hagan uso de estas herramientas sino también para que se vuelvan sus principales aliados en la mejora continua de las mismas.

El Icfes está comprometido para seguir mejorando sus procesos y asegurar que cada vez se logre, con mayor impacto, su propósito de Evaluar para Avanzar. **RM**

