

Desmos: una herramienta didáctica para trabajar con funciones y gráficas

Paulo González Ogando

(Instituto de Educación Secundaria Johan Carballeira. España)

Fecha de recepción: 30 de julio de 2019

Fecha de aceptación: 20 de enero de 2020

Resumen

Desmos es una calculadora gráfica con claras ventajas para su uso como herramienta didáctica en las aulas de secundaria. En este artículo se realiza una presentación de las posibilidades que ofrece y de cómo puede el profesorado aprovechar para crear actividades que resulten de utilidad para trabajar las unidades de funciones y gráficas.

Palabras clave

funciones, educación secundaria, gráficas, tecnología de la información y la comunicación, visualización

Title

Demos: a didactic tool to work with functions and graphics

Abstract

Desmos is a graphing calculator with clear advantages for its use as a didactic tool in secondary education. This article makes a presentation of the possibilities it offers and how the teacher can handle it to create activities that are useful for working lessons with functions and graphics.

Keywords

functions, secondary education, graphs, information and communication technology, visualization

1. Introducción

Este artículo no pretende acercar una propuesta didáctica de aula concreta, lo cual se puede encontrar en otros lugares como en Marcos y Moya (2017). El objetivo fijado es más bien elaborar una guía de uso de *Desmos*, para transmitir con ella toda su potencialidad como herramienta didáctica. Para ello sí me apoyo en mi experiencia en el aula con *Desmos*, y a lo largo del artículo cito algunos ejemplos de actividades que he trabajado con mi alumnado y que me han parecido satisfactorias, pero no es esa la idea central del artículo, sino más bien el ordenar y explicar las posibilidades que permite esta herramienta.

La experiencia de trabajar con la herramienta *Desmos* es totalmente *online* desde su página *web*, <https://www.desmos.com/>. Lanzada como *startup* en 2011, fue fundada por Eli Luberoff, que es aún su CEO. A día de hoy, se sigue desarrollando la aplicación gracias a la labor de un equipo de más de 25 personas, entre las que cabe destacar a Dan Meyer, CAO de *Desmos* y autor del *blog* gracias al cual el autor ha conocido esta herramienta didáctica.

El currículo de matemáticas de la educación secundaria se organiza en torno a un número reducido de conceptos fundamentales, y los temas a tratar van girando en torno a ellos (Calvo y otros, 2016): el concepto de número, el estudio de las formas y sus propiedades, la idea de medida, el concepto de probabilidad, el lenguaje algebraico y el concepto de función. Estos dos últimos son, seguramente, los



que mejor caracterizan las diferencias a nivel de contenidos entre las matemáticas de primaria y las de los primeros cursos de secundaria.

En los cursos 1º y 2º de la Educación Secundaria Obligatoria se realiza un primer acercamiento al concepto de función, a las formas de expresar una función y sus características generales, a la interpretación de gráficas e incluso a un primer tipo concreto de función, la lineal. En los cursos siguientes (3º y 4º) se abordan las funciones de manera algo más formal y rigurosa, ampliando los tipos de funciones trabajados y exigiendo una mayor precisión a la hora de esbozar representaciones gráficas.

Una herramienta como *Desmos* faculta producir un estímulo que contribuya a mejorar esa precisión y a realizar las conexiones adecuadas entre las formas de representar funciones y entre los diferentes tipos de función. Y también, en términos más pragmáticos, resulta una ayuda en términos de gestión del aula, al reducir el tiempo que destinan tanto el profesorado como el alumnado a dibujar a mano alzada distintas representaciones gráficas, lo cual posibilita dedicar ese tiempo a la resolución de dudas y/o problemas. Debo aclarar que personalmente no abogo por suprimir el dibujo manual, más bien lo considero imprescindible; solo creo que modelar gráficas con herramientas informáticas permite dibujar más en menos tiempo, y esto trae asociadas una serie de ventajas.

Deulofeu (2003) plantea que «en el caso concreto de las funciones, y sin entrar a considerar las competencias básicas, entiendo que una dificultad fundamental se plantea al tratar de compatibilizar la adquisición de unos procedimientos básicos relativos, principalmente, al lenguaje numérico y gráfico (fundamentalmente interpretar y construir, así como traducir de un lenguaje a otro), indispensables para cualquier alumno, donde las funciones se encuentran todavía en un estado primitivo y son tratadas principalmente como procesos, con una introducción al concepto de función y al conjunto de conceptos matemáticos relacionados con éste, de carácter mucho más conceptual y centrado en las matemáticas y, al mismo tiempo, capacitar al alumnado para utilizar las funciones elementales en la resolución de situaciones y problemas contextualizados, introduciendo, además, el lenguaje algebraico».

Bell y Janvier (1981) también enfatizan que las funciones son mucho más que un subconjunto de pares ordenados y no se debe recaer en exceso en la aplicación de técnicas matemáticas concretas, sino reconocer la importancia del uso de situaciones contextualizadas y el papel preponderante del lenguaje gráfico en la introducción a las funciones, para ser capaz de reducir las dificultades que muchos y muchas estudiantes muestran al extraer información de las gráficas y realizar una interpretación global de sus características.

En esa misma línea, es importante no limitarse a realizar un tratamiento cuantitativo, sino proponer trabajos cualitativos y, a la vez, globales tanto en la interpretación como en el esbozo de gráficas de distintas situaciones no contextualizadas (Shell Center for Mathematical Education, 1990). Por sus características, que se detallan en los apartados siguientes, *Desmos* se adapta bien (más las actividades del apartado 3.2 que las del 3.1) para proponer diversas actividades que contribuyan a alcanzar los objetivos que se han estado mencionando.

2. Calculadora Desmos

La funcionalidad principal de *Desmos* es la de proporcionar una calculadora gráfica *online* (figura 1), accesible en la dirección web: <https://www.desmos.com/calculator>. Como tal, está en la línea de otras aplicaciones disponibles en la red, la más conocida de las cuales es seguramente *GeoGebra*. La ventaja esencial que se encuentra al trabajar con *Desmos* y no con esta última es su

accesibilidad, ya que presenta para el alumnado una menor curva de aprendizaje, en contraprestación con el mayor abanico de posibilidades que ofrece *GeoGebra*. Aunque, en realidad, personalmente siempre aconsejaré que el profesorado no se ciña a una única herramienta e intente extraer de cada una de ellas los aspectos positivos que proporcione su aplicación en el aula.

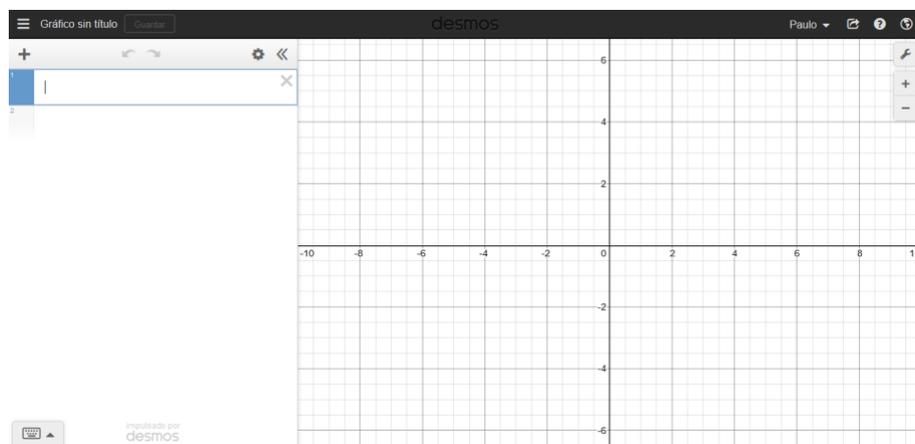


Figura 1. Aspecto que presenta la calculadora gráfica *Desmos* ¹.

Así, *Desmos* tiene una gran simplicidad y facilidad de manejo, pues está pensada casi exclusivamente para la representación gráfica de funciones. Es por este motivo por el que se adapta de forma sobresaliente a las unidades didácticas de gráficas y funciones que atraviesan todos los cursos de la ESO. Entre sus características destacan las siguientes:

- Es de carácter gratuito, no requiere inversión ninguna más allá del *software* necesario y conexión a *Internet*.
- No requiere instalación, lo cual redunda en comodidad tanto para el profesorado como para el alumnado.
- Es accesible desde ordenadores, *tablets* y *smartphones*.
- No requiere registro por parte del alumnado, lo cual posibilita al profesorado olvidarse del peliagudo tema de la gestión de los datos personales de los y las menores.
- La calculadora está disponible en castellano (además de catalán, entre los idiomas cooficiales que existen en España).

Mediante una interfaz bastante sencilla y muy intuitiva, esta calculadora gráfica permite ² evaluar ecuaciones, explorar transformaciones y sobre todo manejar las tres formas básicas de expresar una función (figura 2):

- Expresión algebraica.
- Tabla de valores.
- Representación gráfica.



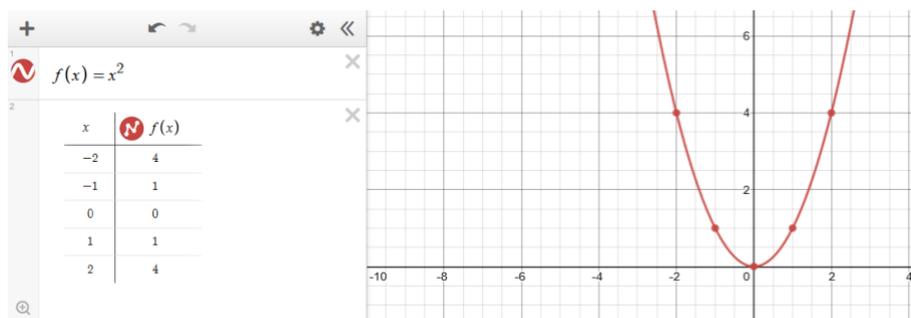


Figura 2. Se trabaja con las tres formas de expresar una función.

Además de construir gráficas a partir de la expresión algebraica de una función o de una tabla de valores, *Desmos* incluye un sinfín de opciones más. Se pueden añadir deslizadores para crear objetos animados, es posible manejar expresiones que no sean funciones ($x = \tan(y)$, por ejemplo) y existe también la potencialidad de emplear un pequeño teclado (figura 3) que facilita la escritura y desde el cual se accede a las funciones (figura 4). De esta forma los usuarios y las usuarias disponen de más herramientas: desigualdades, trigonometría, estadística, distribuciones de probabilidad, logaritmos, máximo común divisor y mínimo común múltiplo e incluso la posibilidad de dibujar la función derivada o calcular integrales definidas.



Figura 3. Las dos pestañas del teclado, se pasa de una a otra con los botones ABC y 123.



Figura 4. Las cuatro pestañas que incluyen todas las funciones de las que dispone la calculadora gráfica.

Cualquiera puede explorar todas las posibilidades que ofrece esta calculadora gráfica³. Sin embargo, en mi opinión la gran potencialidad que presenta *Desmos* de cara al trabajo en el aula no reside en el uso de la misma; son otras las funcionalidades que me han llevado a decantarme por esta herramienta para proponer tareas a mis estudiantes y a las que me gustaría prestar mayor atención en este los apartados siguientes.

Para disfrutar de la oportunidad de expresar esas otras opciones hay que registrarse en la página web <https://teacher.desmos.com/> (el profesorado, ya que no es necesario que el alumnado lo haga), y gracias a ello se tiene la opción de por un lado crear distintas actividades de forma muy sencilla (apartado 3), y por el otro de observar, corregir y utilizar respuestas de estudiantes desde el entorno del profesorado (apartado 4).

Al contrario que la calculadora, esas otras funcionalidades solo están disponibles (al menos de momento) en inglés. No obstante, la necesidad de conocimiento de esta lengua es muy reducida, ya que las actividades creadas por el profesorado obviamente se pueden redactar en el idioma que se desee, y el manejo de la página es muy intuitivo; así el alumnado no tendrá que entender el significado más que de un puñado de botones y frases cortas. Basándome en mi experiencia, la mayoría entiende sin dificultades en qué consiste la actividad y los pasos que ha de seguir; cuando surge una duda es siempre puntual y concreta, pudiendo ser resuelta con rapidez por parte o bien del profesorado o bien de algún compañero o compañera que ya la haya comprendido con anterioridad.

3. Actividades

Desmos ofrece dos tipos de tareas, a las que llama *Polygraph* (polígrafo) y *Activity* (actividad). Este último término resulta un poco confuso, pues la palabra 'actividad' podría llevar a pensar en una actividad de forma general, una tarea, en vez del tipo concreto que ofrece *Desmos*. Por ello, a lo largo del artículo las referencias a ellas se harán con sus nombres originales en inglés, ya que no suponen un obstáculo y en algún contexto pueden ser clarificadoras.

En la página web de *Desmos* se presentan unas cuantas actividades de muestra clasificadas por tema y elaboradas tanto por su propio equipo de desarrollo como por profesorado registrado en la página. Y hay también un buscador desde el que encontrar esas actividades que han elaborado otros miembros de la comunidad. Echar un vistazo a algunas de ellas es un buen punto de partida para empezar a hacerse una idea de las posibilidades de la herramienta, pero lo realmente interesante es lanzarse a construir actividades propias.

3.1. Actividades de tipo *Polygraph*

Una buena mayoría de las lectoras y los lectores tendrá entre sus recuerdos de infancia muchas partidas disputadas con el juego de mesa ¿Quién es quién? (figura 5). Pues bien, *Desmos* presenta entre sus opciones la posibilidad de crear una actividad de tipo *Polygraph*, que no viene a ser sino una versión de este popular juego, solo que ahora se ofrece *online* y orientado al trabajo con funciones.



Figura 5. Un juego de mesa ya veterano, el ¿Quién es quién? Fuente: Web de Juguettos.



Cuando se comienza a crear una actividad de tipo *Polygraph*, se tienen tres pasos por delante. El primero, introducir un título para la actividad. El segundo, elaborar un listado con las 16 "sospechosas", y el tercero con los últimos detalles.

Elegir el título queda totalmente a gusto de quien crea la tarea, y es en el listado de imágenes donde se debe invertir más tiempo. *Desmos* proporciona una calculadora gráfica muy similar a la presentada en el apartado anterior, simplemente algo más sencilla (figura 6). Con ella ha de prepararse la relación de gráficas que desempeñarán el papel de "sospechosas" en el juego. No está limitada a funciones (es posible dibujar también circunferencias y muchas otras curvas), y si en el icono de herramientas se usa el modo tabla se consiguen marcar más puntos en la gráfica.

Un error cometido en mi primer acercamiento a esta actividad fue dar colores diferentes a cada una de las gráficas; lo que sucedió entonces fue que el alumnado empleó esos colores para discernir entre unas y otras opciones, lo cual no añade valor ni favorece el aprendizaje ni acerca los objetivos didácticos. Desde aquel entonces siempre he presentado todas las gráficas trazadas con un mismo color.

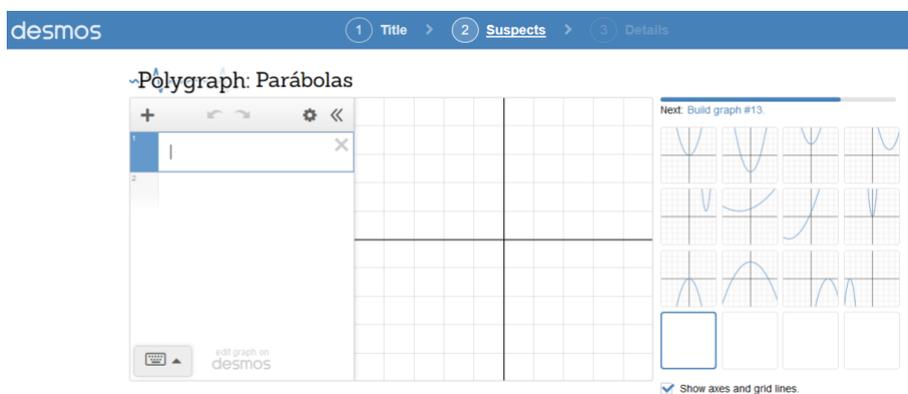


Figura 6. Ventana en la que se introducen las gráficas que ejercerán de "sospechosas" en el *Polygraph*.

En el tercer paso (figura 7) solo se tienen dos opciones. Una, marcar la actividad como privada o pública, pudiendo de esta forma compartir la actividad. Y dos, cubrir una descripción con información básica (en qué consiste o el curso para el que está pensada) que ayude en el futuro cuando se tenga ya un buen listado de actividades preparadas. Como se explica en el apartado 4, para esto último también existe la posibilidad de añadir etiquetas a las actividades ya creadas (figura 25).



Figura 7. Ventana en la que se introducen las últimas opciones para crear un *Polygraph*.

En la figura 6 se muestra la elaboración de una actividad en la que todas las "sospechosas" son funciones cuadráticas, para trabajar la convexidad o concavidad de la parábola, así como sus traslaciones y contracciones y también el vértice y el eje de simetría. Es esta una de las posibilidades que ofrece el *Polygraph*, trabajar con un mismo tipo de función pero ejemplos diferentes, para practicar con sus características más destacadas.

Otra opción que se puede utilizar (figura 8) es presentar gráficas de diversos tipos para repasar las características globales de las funciones por comparación entre unas y otras. Continuidad, monotonía, extremos, dominio y recorrido, puntos de corte con los ejes, periodicidad e incluso la propia definición de función son cualidades que se aplican en este juego.

Una actividad como la de la figura 8 se adapta muy bien a las necesidades del alumnado de distinto nivel y/o curso, al permitir jugar adaptándose a los conocimientos de cada participante. No todas las personas manejan el mismo abanico de preguntas ni son capaces de interrogar con la misma precisión, pero todas ellas pueden jugar y todas ellas pueden acertar cuál es la gráfica elegida por su rival. Habrá quien se vea en la necesidad de realizar más preguntas y habrá quien finalice con mayor rapidez, pero siempre se manifestará una gran satisfacción tras la victoria.

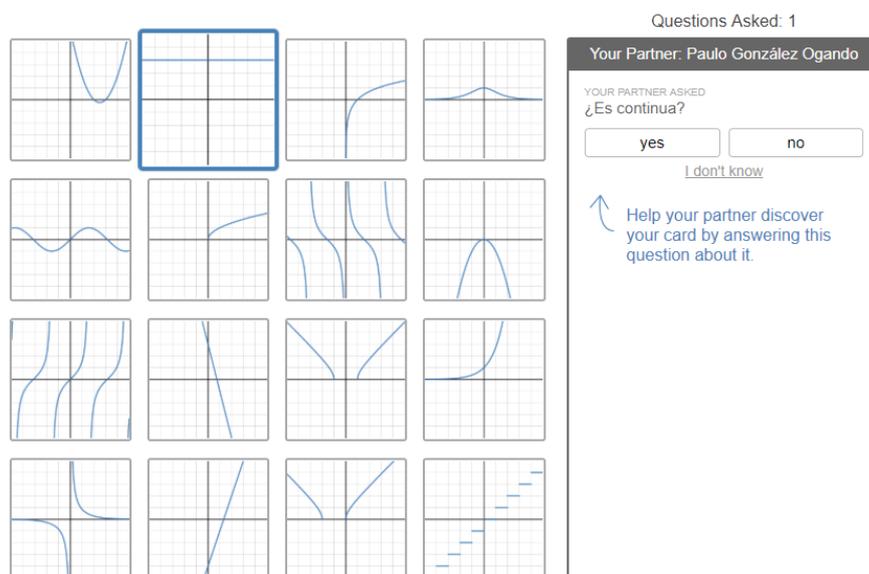


Figura 8. Pantalla del contrincante que ha seleccionado la gráfica que debe adivinar su rival.



Figura 9. No es necesario usar los datos reales, se puede entrar con un alias en *Continue without signing in*.



Una vez proporcionado el enlace y el código para jugar (apartado 4), lo primero es que el alumnado introduzca un alias. Aunque se puede crear un alias registrado de *Desmos* o usar uno de *Google* previamente creado, el obrar cuidadosamente con la ley de protección de datos debe llevar a emplear alias temporales sin registro, y por suerte *Desmos* lo permite (figura 9). Una vez dentro, el programa va uniendo cada vez a dos rivales, un oponente contra otro de forma que un contendiente debe elegir una gráfica (figura 10) y su antagonista trata de adivinar cuál ha escogido. Cuando se termina una partida se pasa a estar en espera y enseguida se vuelve a tener un rival con el que jugar.

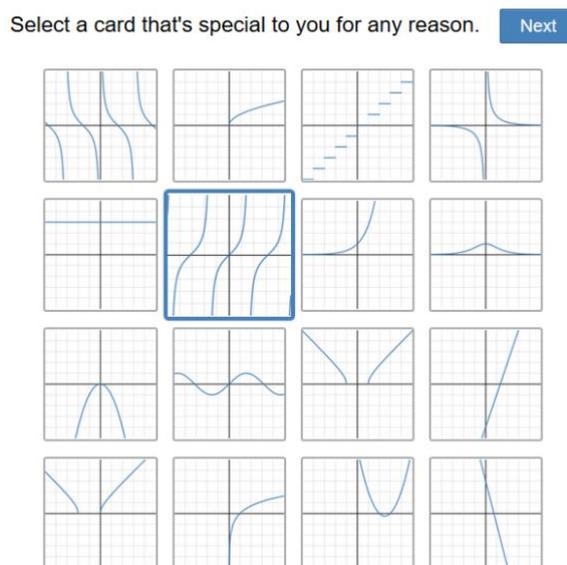


Figura 10. Pantalla en la que se elige la gráfica que habrá de ser adivinada.

En la figura 8 se ve la pantalla de quien ha seleccionado la gráfica que debe adivinar su rival, y cuya labor por tanto es contestar a sus preguntas. Como se observa, no es posible escribir una respuesta, sino solo contestar 'Sí' o 'No'. Por ello, se ha de dejar claro al alumnado desde el principio que únicamente se han de enunciar preguntas directas. En realidad, es permisible responder 'No lo sé', pero en la práctica me he encontrado que en la mayoría de las ocasiones el profesorado puede explicar al alumnado su duda y este ser capaz de responder correctamente por sí mismo; es de esta manera como se favorece el aprendizaje.

La mayor parte del alumnado disfruta con esta actividad, lúdica y al alcance de cualquiera, y suele ser bastante autónomo en su realización. Solo cuando surge alguna duda a la hora de contestar se consulta al profesorado, con lo cual la labor de este es frecuentemente la de vigilar que se juegue "correctamente", limitándose a realizar preguntas relacionadas con el tema que se está trabajando, o que nadie dé una respuesta incorrecta, ya sea por despiste, desconocimiento o incluso de forma voluntaria para lograr la victoria.

3.2. Otro tipo de actividades (*Activity*)

En *Desmos*, además de la opción *Polygraph*, existe también la posibilidad de crear una *Activity*. Una vez seleccionada, el primer paso es de nuevo añadir el título de la actividad que se va a crear. Sin embargo, el segundo paso en el que se centra la atención a continuación es en el que se desarrolla el grueso de la tarea, y es bastante diferente (figura 11).

En la actividad creada se pueden añadir tantas pantallas (*screens*) como se quiera. Entre las opciones a disposición está el crear una nueva pantalla en blanco o el duplicar una ya existente. En cada una de ellas se escribe un título y se escoge entre las herramientas disponibles (figura 12).

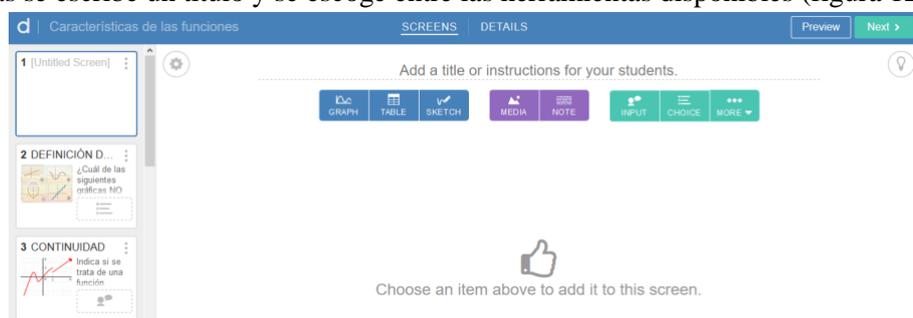


Figura 11. Activity: paso en el que se diseña la actividad.

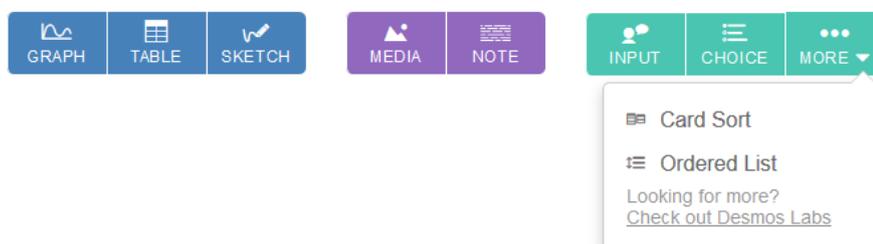


Figura 12. Listado de herramientas que se pueden añadir a una pantalla.

Las herramientas se pueden usar solas o en combinación con otras, pero es importante remarcar que no todas las herramientas son compatibles, y optar por unas cierra la posibilidad de elegir otras. Por ejemplo, si se añade un campo de texto para solicitar una respuesta abierta, ya no se tendrá la oportunidad de seleccionar una pregunta de opción múltiple, y viceversa. No conviene aquí extenderse con todas las posibles combinaciones, es cuestión de ensayar y comprobar cuáles permite el programa y cuáles no. Resumiendo un poco, las herramientas disponibles son las siguientes (en la figura 12 aparecen los iconos correspondientes):

3.2.1. Graph (gráfico)

La herramienta *Graph* (figura 13) tiene un funcionamiento similar ⁴ al de la Calculadora *Desmos*. En el campo de entrada se añaden las expresiones deseadas (funciones, deslizadores, puntos movibles...), que luego se verán en la gráfica. Incluso es posible ocultar del alumnado alguno de los pasos creados, si es que se tienen objetos secundarios que no interesa que vean.

La lista de expresiones únicamente queda visible para el alumnado cuando se usa esta herramienta sola; en caso de combinarla con alguna otra queda oculta, y en ese caso no permite que los y las estudiantes añadan sus propias expresiones.



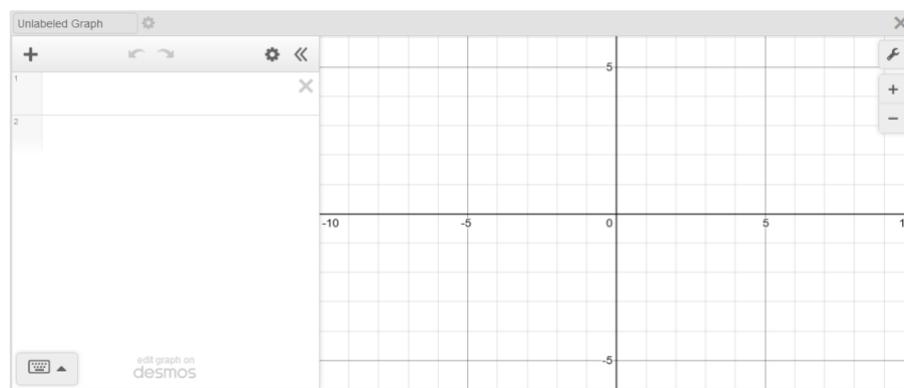


Figura 13. La herramienta *Graph*.

3.2.2. *Table* (tabla)

Esta componente (figura 14) sirve para introducir tablas de datos, y en combinación con otras herramientas posibilita que el alumnado explore las conexiones entre las distintas representaciones de una función.⁴

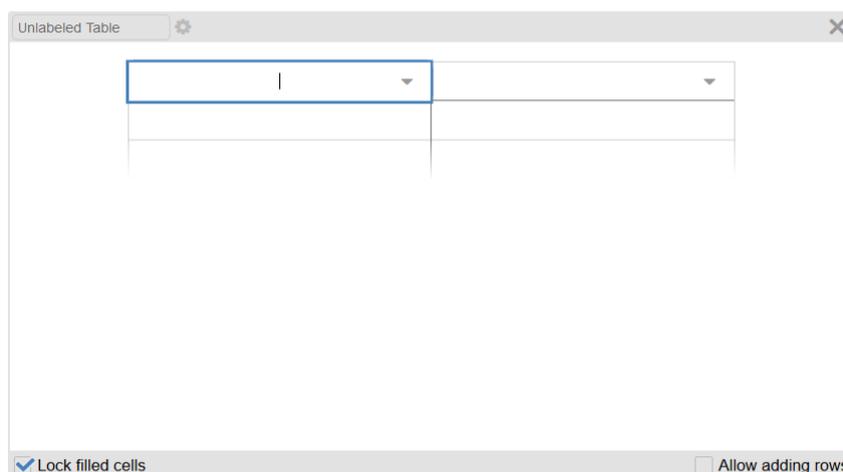


Figura 14. La herramienta *Table*.

3.2.3. *Sketch* (esbozo)

Esta herramienta faculta recoger información con un sinnúmero de posibilidades, ya que admite elegir entre un lienzo en blanco, unos ejes coordenados (figura 15) o una imagen cargada por el profesorado. En las tres opciones el alumnado puede escribir por encima como si de un lápiz se tratase.

Personalmente, considero esta herramienta de especial interés. De utilizar con frecuencia la opción que muestra los ejes coordenados, concedemos al alumnado la oportunidad de realizar sus propios intentos gráficos como si esbozase con lápiz y papel, pero con una gran facilidad añadida de borrado (si se borra y se vuelve a intentar, el papel acaba quedando sucio pero la pantalla no) y además queda registrado para ser corregido, retomado en el futuro o incluso mostrado en la pantalla del aula. Por ejemplo, es de gran utilidad en relación con el siguiente estándar de aprendizaje en la materia Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas de 3º ESO.

"1.3. Construye una gráfica a partir de un enunciado contextualizado describiendo el fenómeno expuesto." (Real Decreto 1105/2014, 2015)

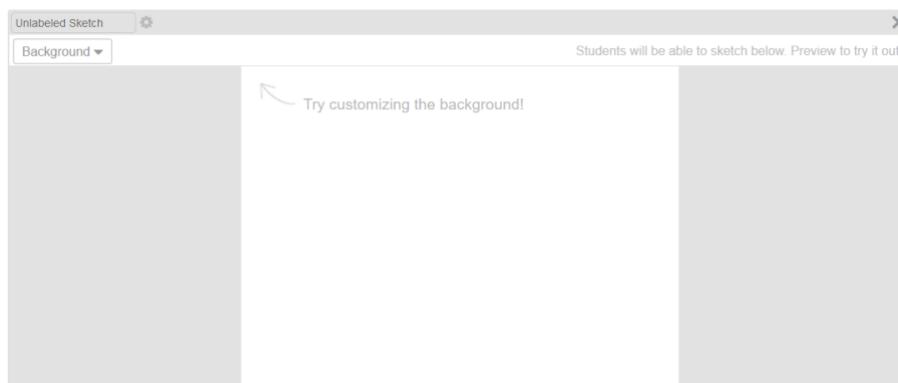


Figura 15. La herramienta *Sketch*.

3.2.4. *Media* (archivo digital)

La herramienta *Media* (figura 16) permite cargar una imagen o un vídeo que estén alojados en el disco duro, añadiendo así múltiples posibilidades de las que *Desmos* pueda carecer directamente.

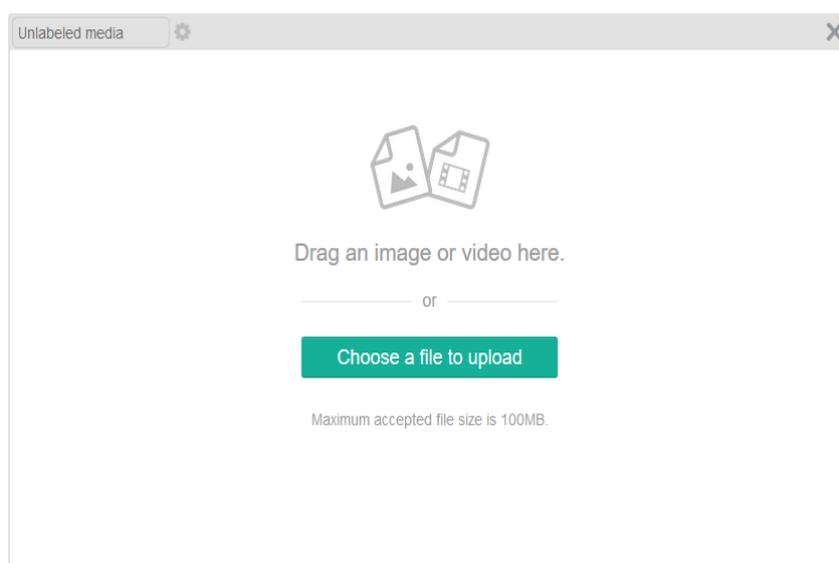


Figura 16. La herramienta *Media*.

3.2.5. *Note* (anotación)

Estas anotaciones facilitan un campo de texto en el que el profesorado puede realizar alguna indicación sobre la tarea, llamar la atención sobre alguna característica concreta o realizar preguntas que lleven al alumnado a reflexionar. Es relevante remarcar que mediante el símbolo $f(x)$ de la parte inferior derecha (figura 17) se dispone de un rudimentario editor de ecuaciones.



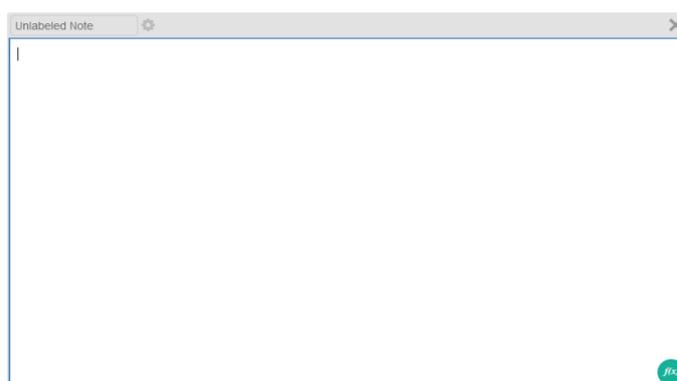


Figura 17. La herramienta *Note*.

3.2.6. *Input* (campo de texto de entrada)

Esta herramienta es de vital importancia en la interacción con estudiantes, ya que admite contestar de forma abierta, sin acotar las posibles respuestas. Se ha de elegir entre ofrecer un campo de texto y ofrecer un campo de respuesta matemática (figura 18) con el mismo editor de ecuaciones que en el apartado 3.2.5.

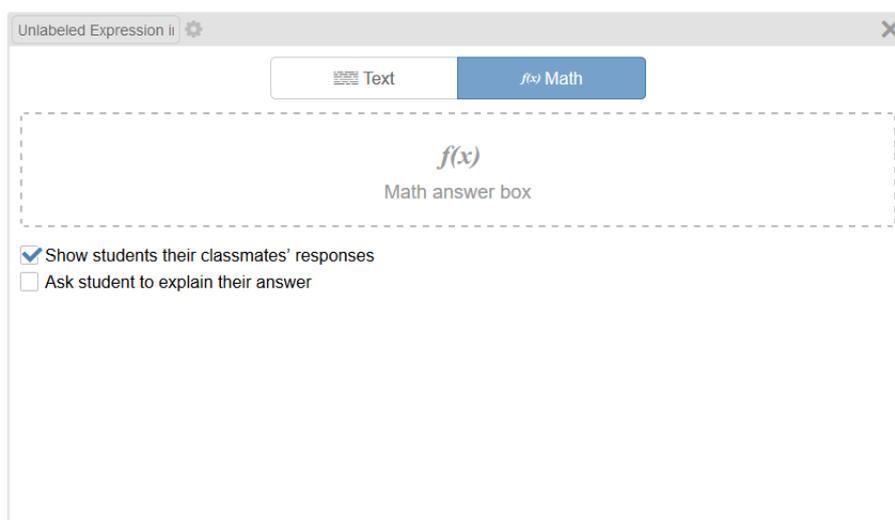


Figura 18. La herramienta *Input*.

3.2.7. *Choice* (pregunta de opción múltiple)

Esta es la clásica pregunta de opción múltiple, donde el alumnado escoge entre varias posibles respuestas una o varias correctas (*Simple* o *Multi-select*, respectivamente). El profesorado marca cuál (o cuáles) es la correcta, y en el entorno del profesorado se ven los aciertos/errores de un vistazo, sin necesidad de comprobación estudiante por estudiante. Además, si se marca *Explain* (figura 19) se ofrece al alumnado la posibilidad de explicar el motivo de su respuesta en un recuadro de texto que aparece al anotar la respuesta deseada. Y en cualquiera de los tres modos existe la opción de que las posibles respuestas aparezcan de forma aleatoria.

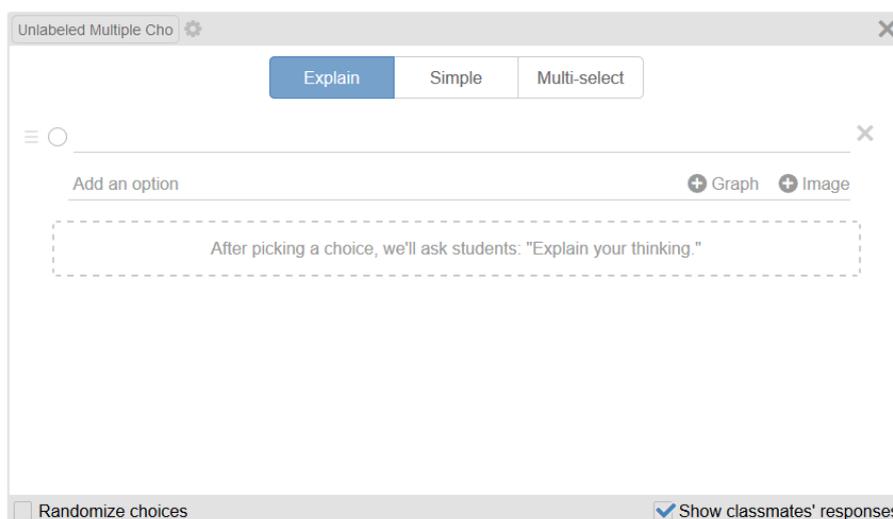


Figura 19. La herramienta *Choice*.

3.2.8. Card Sort (clasificación de tarjetas)

Esta herramienta permite generar un puñado de tarjetas, en las que se pueden incluir (figura 20) un texto escrito por el profesorado, o una expresión matemática con el editor de ecuaciones, o una imagen subida desde el disco duro, o una gráfica dibujada directamente con la calculadora *Desmos*.



Figura 20. La herramienta *Card Sort*.

Este tipo de actividades están concebidas para que el alumnado tenga que agrupar familias de tarjetas que comparten una característica común. En el ejemplo de la figura 21 se ve una tarea cuyo objetivo es juntar las funciones del mismo tipo (cuadráticas, racionales, exponenciales, etc.) tanto en forma gráfica como dada su expresión algebraica. A criterio del profesorado queda si explicar de antemano cuál es el criterio pensado para las agrupaciones, o el dejar que sea el alumnado quien tenga que decidirlo, estrategia esta que en ocasiones da lugar a ideas muy interesantes.

Por último, el botón *Answer key* (figura 20) es una pequeña ayuda para el profesorado, pues agrupa las tarjetas en la forma que considera correcta, para así realizar una comprobación automática en el entorno del profesorado (en el *Dashboard*, apartado 4) de las respuestas del alumnado. Eso sí, esto excluye la posibilidad mencionada en el párrafo anterior de que algún o alguna estudiante establezca conexiones diferentes o inesperadas, pero al mismo tiempo plenamente coherentes y perfectamente aceptables.



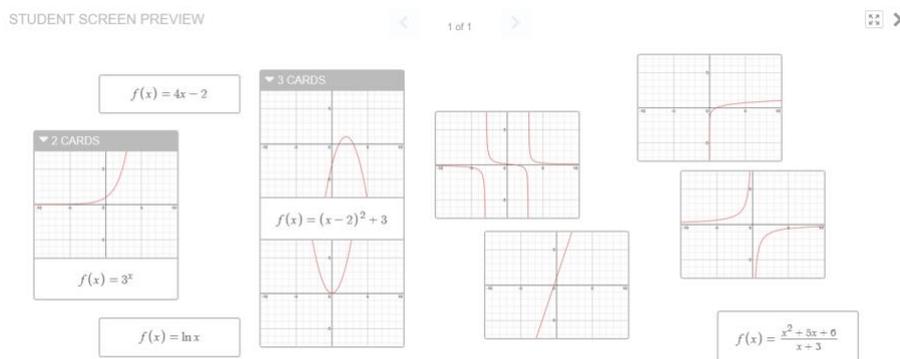


Figura 21. Un ejemplo de actividad realizada con la herramienta *Card Sort*.

3.2.9. Ordered List (lista ordenada)

La lista ordenada es una de las últimas herramientas que han sido añadidas en *Desmos*. Como su nombre indica, consiste en presentar un listado y será tarea del alumnado ordenar las distintas opciones conforme al orden que se le pida (figura 22).

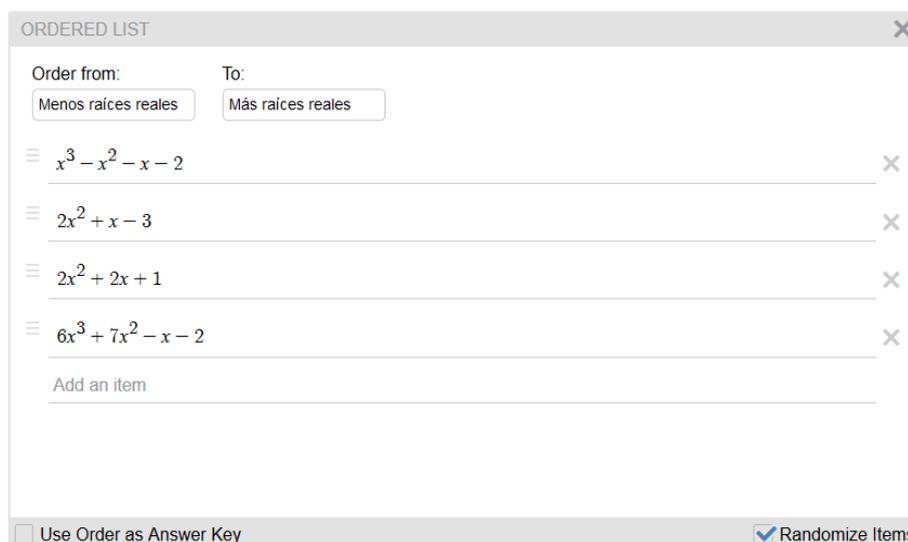


Figura 22. La herramienta *Ordered List*.

Nuevamente, la aplicación posibilita por un lado que la lista se muestre al alumnado en orden aleatorio (*Randomize items*), y por otro que el profesorado genere la respuesta correcta para que en el entorno del profesorado se realice una corrección automática de las respuestas de los y las estudiantes.

3.2.10. El laboratorio de *Desmos*

Desmos continúa evolucionando y expandiéndose, y al acceder con un alias registrado ofrece acceso al laboratorio de *Desmos* (figura 23), donde existe la facultad de echar un vistazo a las nuevas herramientas que están desarrollando y probar si se desea añadir mayor potencialidad a las actividades.

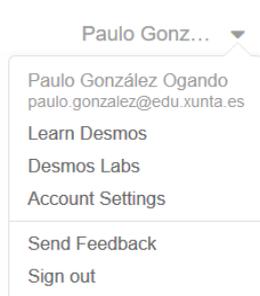


Figura 23. En *Desmos Labs* se encuentran las últimas herramientas desarrolladas.

4. Entorno del profesorado

Una vez creada una actividad, *Desmos* muestra un entorno específico para el profesorado desde el cual este maneja todas las actividades creadas (figura 24). Desde él se accede a cualquier actividad que haya creado, y presenta también la posibilidad de agregar etiquetas (figura 25) para contribuir a mantener las tareas bien organizadas. Por ejemplo, es la mejor manera de asignar una actividad determinada a un curso concreto para el que ha sido diseñada. Así, cuando en el futuro se quieran retomar actividades ya creadas para un curso en particular, siempre serán recuperables con facilidad. Igualmente, es posible etiquetar las tareas por contenidos, temas, etc.



Figura 24. Menú en el que se ven las actividades creadas y en el que se añaden las etiquetas.



Figura 25. Botón que posibilita añadir etiquetas a las actividades.



Cuando se accede a una de las actividades, además de ver la descripción de la misma o comprobar si es apta para ser ejecutada en móvil / *tablet* / ordenador, al pulsar en el botón *Student preview* se tiene una vista previa de lo que va a ver el alumnado, y se pueden también realizar las habituales operaciones de editar, copiar, borrar o compartir (figura 26).

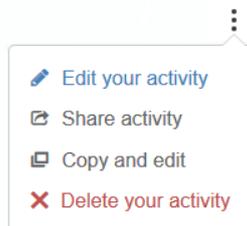


Figura 26. Operaciones habituales sobre una actividad.

El aspecto más interesante de esta pantalla es, sin embargo, la oportunidad de crear distintas clases (*Classes*). Esto encaja con una organización óptima, pues una misma actividad puede contener clases para grupos diferentes o una clase nueva por cada año. Es tan fácil como proporcionar al alumnado el código de su clase, y ya tendrá acceso a ella (también existe la opción de generar directamente una dirección *url* que lleve a cada clase, figura 27).



Figura 27. Se genera un código para acceder directamente a la actividad.

Una vez terminada la actividad, se accede al *Dashboard* (algo así como el tablero de mandos) de cada clase, donde queda registrado todo lo que el alumnado ha estado haciendo. Incluso es posible acceder mientras están realizándola e ir comprobando su avance o en qué parte están en cada momento.

La visión del *Dashboard* es un poco diferente si se tiene un *Polygraph* de si se tiene una *Activity*. En el primer caso (figura 28) se puede consultar el número de partidas ganadas y perdidas por cada estudiante, así como las preguntas realizadas durante el juego. Para ello es necesario conocer, por supuesto, el alias elegido, que en la figura ha sido convenientemente eliminado.

Existen dos opciones más, una es la de *Pause* que mientras está pulsada permite al alumnado ver la pantalla pero no interactuar, y la otra es la de *Anonymize*, que posibilita recabar información sobre las partidas sin saber a quién se debe la información. Sirve, por ejemplo, para proyectar en clase y realizar algún comentario o establecer una discusión de grupo sin que el alumnado sepa quién ha escrito lo que ve en la pantalla. Lo más curioso es que los nombres no desaparecen, sino que *Desmos* los sustituye por los de matemáticos famosos (los originales se rescatan fácilmente en el momento que se desee).

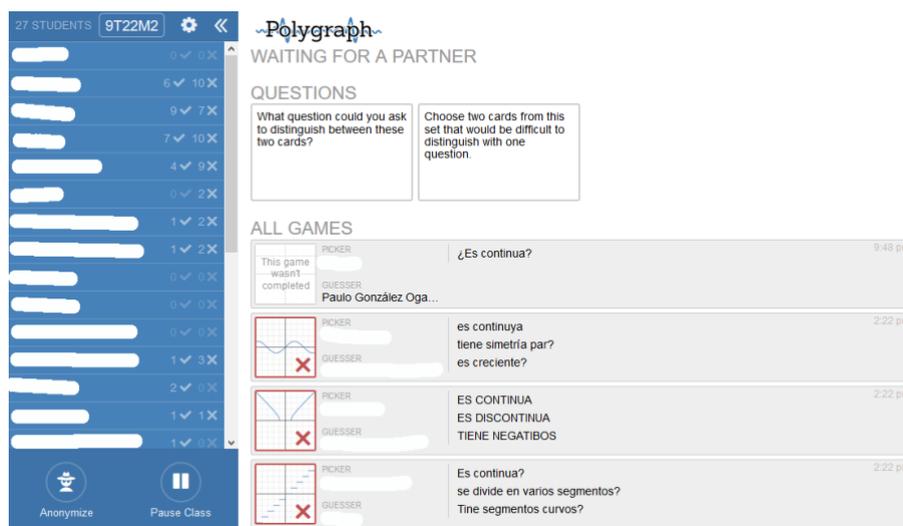


Figura 28. Dashboard en el que quedan registradas las partidas de una actividad de tipo Polygraph.

En una Activity, el Dashboard presenta un aspecto algo distinto, ya que está adaptado a un tipo de tarea diferente (figura 29).



Figura 29. Dashboard en el que queda registrada la información de una Actividad.

Con un simple vistazo se sabe quién ha terminado una pantalla (aparece marcada con un punto), quién no (aparece sombreada) e incluso en qué pantalla está cada estudiante en ese preciso instante (aparece remarcada con un rectángulo azul). En ocasiones, si la pantalla incluye por ejemplo una pregunta de opción múltiple, aparece el punto si la respuesta es correcta y una cruz si es incorrecta. En otras pantallas que incluyan respuestas abiertas, si está realizada lo único que se podrá ver es el punto.

Al igual que en el caso del Polygraph, existen las opciones Anonymize y Pause, pero en este caso se añade también la opción Pacing, con la que es posible restringir temporalmente la actividad solo a algunas pantallas cuidadosamente elegidas por el profesorado (figura 30).

Si se cambia de la pestaña Summary, que se carga por defecto, a la pestaña Teacher, se deja de ver el resumen de todo el alumnado y todas las pantallas, para ver exclusivamente una de las pantallas y la respuesta que los y las estudiantes han dado a la misma. Si se elige la pestaña Student se ve cada pantalla tal cual la va a ver el alumnado.



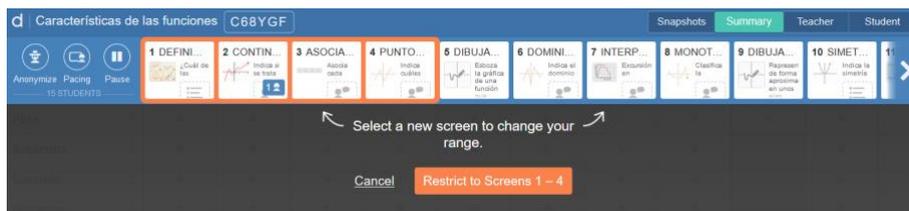


Figura 30. Con la opción Pacing se restringe la actividad solo a algunas pantallas.

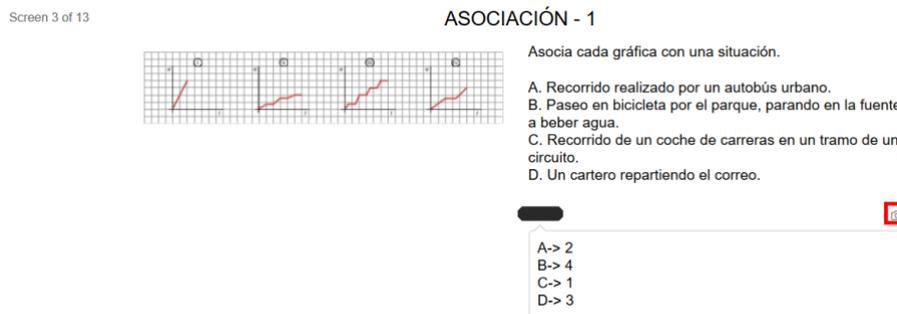


Figura 31. El icono de la cámara de fotos captura una instantánea de la respuesta.

Por último la pestaña *Snapshots* está pensada para hacer uso durante la actividad de las ideas del propio alumnado. ¿Cómo? Simplemente, cuando se está viendo alguna respuesta concreta, se pincha con el ratón en el icono de la cámara de fotos (figura 31). Y automáticamente, dicha respuesta estará disponible en esa pestaña (figura 32). Además, en esta pestaña también es posible sacar una fotografía desde el ordenador del profesorado o subir una imagen desde el disco duro, siendo la finalidad de las tres opciones más o menos la misma: mostrar en la pantalla del aula una imagen sobre la que hacer algún comentario o abrir un debate.

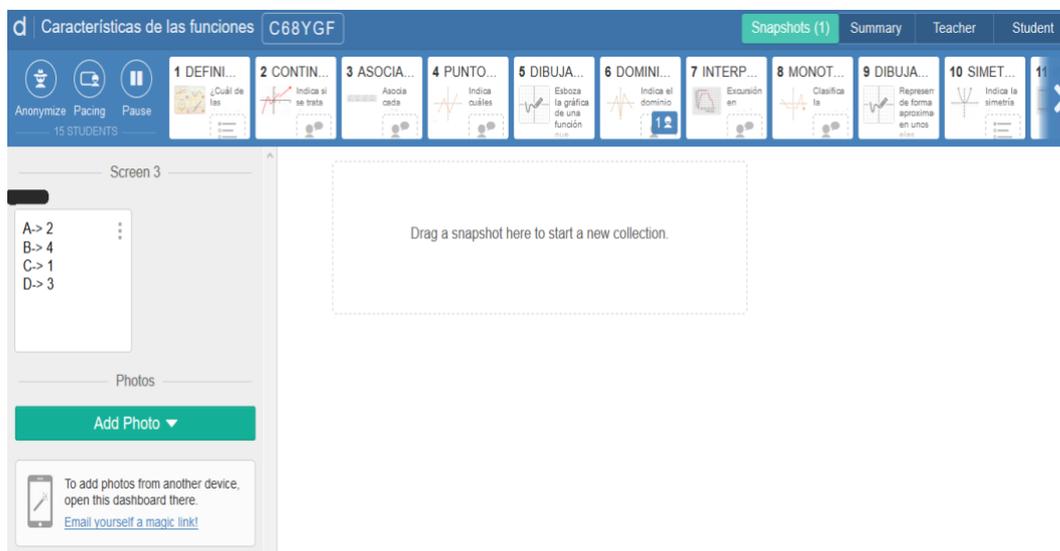


Figura 32. En la pestaña Snapshot se ven todas las instantáneas capturadas.

5. Conclusión

Es obvio que las nuevas tecnologías han irrumpido en la sociedad actual para quedarse, y lo es especialmente en el sector de edad que cubre el estudiantado de secundaria. Insistiendo siempre en su uso como un medio y nunca como un fin en sí mismo, *Desmos* es una aplicación *online* con una curva de aprendizaje bastante reducida que contribuye a desarrollar las competencias clave del alumnado de manera ciertamente motivadora y amena. El alumnado forma parte de la generación digital, y esa predisposición puede ser aprovechada por el profesorado para reconducir el uso de los dispositivos tecnológicos hacia caminos que favorezcan el aprendizaje y su evolución personal.

La experiencia acumulada por el autor durante varios cursos con la puesta en práctica de actividades mediante la herramienta *Desmos*, revela que esta facilita al alumnado la comprensión de conceptos y propiedades relativas a las funciones. Dota de gran facilidad para realizar representaciones gráficas y así conseguir extraer información cualitativa y cuantitativa de problemas y situaciones modelables mediante funciones. Además, la gran mayoría del alumnado ha trabajado con ella con entusiasmo, mostrando un alto interés en las tareas que se les presentaban mediante esta metodología, ya que mencionaban su gran fuerza visual como motivadora a la par que colaboradora en la asimilación de los conceptos trabajados.

Aunque reducida a un área concreta, la herramienta *Desmos* posibilita trabajar una amplia gama de actividades y problemas, tanto aquellas más tradicionales de las que se solían hacer con lápiz y papel, como otras más dinámicas y que incidan en lo cualitativo, no solo en lo cuantitativo. La comunidad *Desmos* está así mismo en aumento, y el profesorado menos creativo en el diseño de actividades puede echar mano de su buscador y apoyarse en los compañeros y las compañeras que comparten sus tareas para beneficio de todo el colectivo, y principalmente para el provecho del alumnado.

La propuesta de este artículo está encaminada, en base a esas experiencias positivas, a animar al profesorado a apostar definitivamente por este tipo de herramientas, o cuando menos a intentar su aplicación en el aula, ya que, al ofrecer una amplia variedad de opciones diferentes, a bien seguro que alguna de ellas se adaptará a sus pretensiones y objetivos. Además, al estar tan claramente enfocada al trabajo con funciones y gráficas, resulta altamente intuitiva y esto reduce su dificultad, facilita su manejo y permite una rápida implantación.

Bibliografía

- Bell, A. y Janvier, C. (1981). The Interpretation of Graphs Representing Situations. *For the Learning of Mathematics*, Vol. 2, No. 1, pp. 34-42. Accesible en <https://flm-journal.org/>.
- Calvo Pesce, C y Deulofeu Piquet, J. y Jareño Ruiz, J. y Morera Úbeda, L. (2016). *Aprender a enseñar matemáticas en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Deulofeu Piquet, J. (2003). Las funciones en la educación secundaria: ¿para qué? ¿cómo? Aportaciones de la investigación. *Conferencias y ponencias de la X JAEM* [en línea], ponencias 4. Recuperado el 16 de julio de 2019, de <http://www.quadernsdigitals.net/>.
- Marcos del Olmo, E.J. y Moya Pérez, J.A. (2017). Uso de la calculadora gráfica en línea *Desmos* para la enseñanza de funciones y gráficas en 3º ESO. *Revista SUMA*, 85, pp. 41-53.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Publicado en el BOE el 03 de enero de 2015.
- Shell Centre for Mathematical Education (1990). *El lenguaje de Funciones y Gráficas*. Bilbao: Universidad del País Vasco. Accesible en <https://sede.educacion.gob.es/publivena/d/1065/19/0>.



Paulo González Ogando. IES Johan Carballeira, Bueu (Pontevedra). Nacido en 1982 y licenciado en Matemáticas por la USC en 2005, es profesor de secundaria en la especialidad de Matemáticas desde 2007, primero como interino en Galicia y Extremadura, desde 2010 con plaza en Castilla y León, y por último recibe su destino actual en Galicia en 2018. Email: paulo.gonzalez@edu.xunta.gal.

Notas.

¹Excepto la figura 5, todas las demás figuras del artículo son capturas hechas por el autor en la página web de *Desmos*.

²Por toda su página web, *Desmos* enlaza vídeos como este: <https://www.youtube.com/watch?v=7oVOs9TX57s>. Son pequeños tutoriales en los que explica aspectos de la herramienta, en este caso cómo usar la calculadora gráfica.

³Como se decía en la nota 2, en la propia página web de *Desmos* están al alcance de un par de clics de ratón un buen número de pequeños tutoriales en formato vídeo: <https://learn.desmos.com/graphing>.

⁴Una colección de ejemplos para su consulta está disponible en:
<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/58d2e90dda79b10e8a7316bb>.