

## Idoneidad didáctica de una tarea con applets estadísticos en la formación de maestros

Maria M. Nascimento<sup>1</sup>

Maria Ricart<sup>2</sup>

Assumpta Estrada<sup>2</sup>

J. Alexandre Martins<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Portugal)

(<sup>2</sup>Universidad de Lleida. España)

(<sup>3</sup>Instituto Politécnico da Guarda. Portugal)

### Resumen

En la actualidad la estadística forma parte de los currículos escolares de matemáticas en la mayoría de países desarrollados, pues se considera una herramienta necesaria para que los ciudadanos puedan moverse con desenvoltura en la sociedad. En este trabajo presentamos un modelo de análisis didáctico de applets (recurso disponible online) para futuros profesores, haciendo énfasis en su utilidad en el aula de primaria. En concreto, se utiliza el modelo de análisis de applets estadísticos desarrollado dentro del proyecto APPLETMAT y se implementa durante el curso 2019/2020 en la asignatura “Análisis y tratamiento de datos” de 3<sup>er</sup> año del grado en educación básica en Portugal. Asimismo, se utiliza el marco teórico ontosemiótico para analizar en términos de su idoneidad didáctica los informes realizados por los distintos grupos de estudiantes participantes.

### Palabras clave

Educación estadística, applets, idoneidad didáctica, formación de maestros.

### Title

**Didactical suitability of a task with statistical applets in teacher training**

### Abstract

Statistics has been recognized in recent years as a basic component of citizenship and it is a topic taught from school in several countries and that shows its importance within mathematical education. In this work we present a model that allows future teachers to train the didactic analysis of the applet (online resource), emphasizing its usefulness in the elementary classroom. Specifically, a model of analysis of statistical applets for training future teachers is used which is developed within the APPLETMAT project. In 2019/2020, in a Data analysis course from the 3rd year of a degree in Portuguese elementary education, applets were used. The adapted analysis model was implemented by students for their reports which were analyzed in terms of their didactic suitability, based on the ontosemiotic theoretical framework.

### Keywords

Statistics, probability, applets, ontosemiotics, future teachers, training.

## 1. Introducción

Los profesores del primer ciclo de la educación básica portuguesa (a partir de ahora, 1er CEB) deben estar preparados para enseñar la estadística y probabilidad requerida en los programas oficiales y proporcionar una formación adecuada a sus alumnos (6 a 10 años). Por ello, es necesario incluir la



Didáctica de la estadística y de la probabilidad en su currículo para que puedan formar a sus estudiantes como ciudadanos activos, críticos e interesados en los problemas de la sociedad actual. Se trata de una alfabetización estadística, que les permita según Gould (2017) realizar un análisis crítico de muchas de las informaciones que aparecen a diario en los medios de comunicación, más concretamente:

(...) comprender quién recopila datos sobre nosotros, por qué los recopilan y cómo lo hacen; saber cómo analizar e interpretar datos de muestras aleatorias y no aleatorias; comprender los problemas de privacidad y propiedad de los datos; saber cómo crear representaciones descriptivas básicas de datos para responder preguntas sobre procesos de la vida real; comprender la importancia de la fuente de los datos; comprender cómo se almacenan los datos; comprender cómo pueden variar las representaciones informáticas y por qué a veces los datos deben cambiarse antes del análisis; y comprender algunos aspectos de la modelación predictiva. (Gould, 2017, p. 22).

Además, es urgente trabajar con datos estadísticos y conocer sus implicaciones en estos momentos en que tratamos con los datos de la crisis pandémica (Rodríguez-Muñiz, Muñiz-Rodríguez, Vásquez y Alsina, 2020, p.235): “Para que la ciudadanía en general (...) es necesaria una alfabetización realmente interdisciplinar en la que la alfabetización estadística, probabilística y de datos tienen un papel muy relevante (...).”

Por otra parte, en otros trabajos previos (e.g., Gea, Arteaga y Cañadas, 2017; Raposo, Nascimento, Costa y Gea, 2017), se identifican errores y dificultades en conceptos estadísticos elementales como la media, mediana y moda, los gráficos estadísticos o la desviación estándar, así como en otros referentes a la probabilidad al considerar por ejemplo que las probabilidades conjuntas son probabilidades condicionadas y viceversa. Dado que la estadística es uno de los campos donde las tecnologías han tenido un mayor impacto (e.g. Raposo et al., 2017) pensamos que estas y otras dificultades pueden superarse con el uso de tecnología y concretamente con la utilización didáctica de applets estadísticos disponibles en Internet. Por sus características, estos recursos permiten desarrollar una aproximación diferente a los conceptos estadísticos, repensarlos y reforzar su aprendizaje. Debido a la fácil disponibilidad de estos recursos estadísticos en Internet, creemos que en la formación de los futuros docentes se debe promover su utilización (en particular los applets) para ayudar a los estudiantes a reconocer su valor y sus usos en las aulas de 1er CEB. Díaz y de la Fuente (2005) refieren que el uso de applets en la enseñanza de la probabilidad y la estadística aumenta la motivación de los estudiantes por la asignatura, porque presentan los conceptos de una manera más atractiva y también les permiten jugar un rol más activo en su propio aprendizaje. Una de las ventajas de utilizar applets para enseñar temas de probabilidad y estadística es que, a diferencia del software estadístico, los applets son muy específicos y las interacciones con ellos se pueden delinear para permitir investigaciones dirigidas a contenidos específicos. Además, su uso no requiere conocimientos de programación, solo es necesario ajustar sus controles, muchas veces con el clic del ratón y los alumnos pueden cambiar los valores de los parámetros y realizar experimentos más o menos orientados (e.g. Raposo et al., 2017). De esta manera, los estudiantes pueden investigar objetos matemáticos y establecer relaciones entre ellos, y las representaciones basadas en aplicaciones pueden hacer que los conceptos matemáticos abstractos sean más concretos y manipulables. Asimismo, la visualización de problemas permite al alumno abordarlos mediante el método de ensayo y error (e.g. Raposo et al., 2017).

La formación de los futuros profesores para enseñar probabilidad, análisis de datos y estadística en las escuelas, requiere ofrecer oportunidades para que investiguen y reflexionen sobre buenas prácticas de enseñanza en estadística (Casey, Hudson, Harrison, Barker y Draper, 2020). Las reticencias en el uso de tecnologías no aparecen actualmente por tratarse de futuros profesores de la llamada “generación digital” (Li, Worch, Zhou y Aguiton, 2015). También el desafío de las

universidades es triunfar en la educación digital, ya que, con la pandemia, la transformación digital casi inmediata de la formación de los estudiantes requirió no solo la incorporación de tecnologías, sino también la creación o la modificación más profunda de los procesos de enseñanza y aprendizaje para dar respuesta a las necesidades casi inmediatas en cada área de estudio (Casey et al., 2020). Como todos los recursos, también los recursos digitales (applets, en particular) tienen condiciones de idoneidad didáctica articuladas en seis facetas (e.g. Beltran-Pellicer, Godino y Giacomone, 2018). Considerando estas seis facetas o dimensiones de la idoneidad didáctica, es importante que el futuro maestro o profesor adapte el uso de estos recursos de manera efectiva. Por tanto, utilizar los applets en una perspectiva de su análisis didáctico les ayuda en su aprendizaje tanto en el conocimiento per sé de la estadística como en el didáctico. La cuestión que nos planteamos en este estudio es determinar cuál es la idoneidad didáctica que presenta el uso del modelo adaptado para el análisis didáctico de applets por parte de los estudiantes (futuros maestros o profesores) en la asignatura “Análisis y tratamiento de datos” (ATD).

## 2. La herramienta de idoneidad didáctica del EOS

El Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS) es un marco teórico de la Didáctica de las Matemáticas que se ha ido desarrollando desde finales de los años noventa hasta la actualidad a partir de la articulación, integración y refinación de otros modelos teóricos sobre el conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje (e.g. Godino, 2018; Godino, Font, Wilhelmi y Lurduy, 2011). En concreto, el EOS identifica seis facetas desde las cuales se pueden examinar, describir y valorar los cinco niveles de análisis didáctico que propone para los procesos de enseñanza y aprendizaje matemáticos (e.g. Godino, 2018): la epistémica y la cognitiva, relativas a los significados institucionales y a los significados personales, respectivamente; la afectiva, que hace referencia a las actitudes o emociones de los estudiantes; la interaccional, que focaliza en las interacciones del docente y de los estudiantes; la mediacional, que engloba los recursos materiales, tecnológicos y temporales; y, la ecológica, que se refiere al contexto social, cultural y político que condiciona el proceso. Además, el EOS dispone de una serie de herramientas teóricas, entre las que destacamos la de idoneidad didáctica. La idoneidad didáctica de un proceso de enseñanza y aprendizaje matemático se define como el grado en que dicho proceso reúne ciertas características que lo permiten calificar de óptimo para la adaptación entre los significados personales de los estudiantes y los significados institucionales, considerando el entorno y los recursos disponibles (Breda, Pino-Fan y Font, 2017). Esta herramienta, orientada al diseño, implementación y valoración de los procesos de instrucción (e.g. Godino, 2018), pretende evaluar cómo es de adecuado el proceso a partir de seis dimensiones, una para cada faceta considerada en el EOS, que a continuación se detallan (e.g. Godino, 2018):

- Idoneidad epistémica: grado de representatividad de los significados institucionales implementados o pretendidos respecto de los significados de referencia.
- Idoneidad cognitiva: grado en que los significados implementados se pueden alcanzar por los estudiantes.
- Idoneidad afectiva: grado de implicación, motivación e interés de los estudiantes.
- Idoneidad interaccional: grado en que la interacción entre los sujetos implicados en el proceso permite identificar y resolver los conflictos semióticos que se puedan producir.
- Idoneidad mediacional: grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales, manipulativos, tecnológicos y temporales.
- Idoneidad ecológica: grado de adecuación de una tarea o proceso al contexto escolar, curricular y social en el que se desarrolla.



### 2.1. Algunas aplicaciones de la herramienta de idoneidad didáctica

Si bien es cierto que la noción de idoneidad didáctica surge para orientar la adecuación de un proceso de enseñanza y aprendizaje en función de unos objetivos pretendidos, así como para determinar su calidad, la realidad es que esta herramienta que proporciona el EOS es multifacética, aunque el denominador común siempre es la valoración para la mejora educativa.

Una de las utilidades de la herramienta es la valoración de video-tutoriales o de videos educativos matemáticos de internet. Dado que los estudiantes recurren a internet y, en concreto, a estos tipos de videos para resolver dudas o superar dificultades que les aparecen durante el estudio de las matemáticas, algunos autores (e.g. Contreras, Ruiz, Molina y Contreras, 2016) señalan la necesidad de determinar la calidad didáctico-matemática de estos recursos. Por ejemplo, el uso de la noción de idoneidad didáctica para la valoración de videos de internet surge en Contreras et al. (2016). De hecho, proponen aplicar la herramienta para valorar cualquier tipo de recurso virtual, como pueden ser juegos, applets, libros virtuales o video-tutoriales disponibles para la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad. En particular, en su trabajo presentan un ejemplo concreto de cada tipo de recurso y resaltan la faceta de cada uno de ellos con el grado más elevado de idoneidad. Así, por ejemplo, de los juegos destacan la idoneidad epistémica y afectiva; de los applets para resolver problemas, la epistémica; de las lecciones o libros virtuales, la cognitiva y, de los videos-tutoriales, la afectiva. Ahora bien, un campo de investigación para el que la noción de idoneidad didáctica se revela como una herramienta muy potente es el de las competencias profesionales del profesor de matemáticas.

### 2.2. La idoneidad didáctica en la formación de profesores

Un área que avanza con fuerza en el campo de la investigación matemática es la que está vinculada con el desarrollo competencial de los docentes y futuros docentes de matemáticas. Especialmente, hay interés en desarrollar las competencias reflexivas de los profesores respecto la adecuación de los procesos de enseñanza y aprendizaje matemáticos, así como también en el diseño de acciones formativas que lo favorezcan. Ejemplo de ello son los numerosos trabajos que existen en la literatura (e.g. Lendínez, García y Lerma, 2018) y que pretenden, desde diferentes enfoques teóricos, aportar conocimiento sobre dichas competencias en el seno de la formación de maestros y profesores para promover su desarrollo durante la formación universitaria básica y de máster.

En el EOS, se vincula al modelo de Conocimientos y Competencias del Profesor de Matemáticas una sub competencia como es el análisis y valoración de la idoneidad didáctica. Ésta se desarrolla empleando la herramienta de idoneidad didáctica y, en particular, los criterios de idoneidad o de cualquiera de sus adaptaciones, para el diseño, implementación, evaluación y mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Godino, 2018). Son diversos los trabajos enmarcados bajo el enfoque ontosemiótico (e.g. Arteaga, 2011) que tratan el desarrollo de los conocimientos y competencias profesionales y en los que la noción de idoneidad didáctica es fundamental. Así, por ejemplo, Arteaga (2011) propone una tarea de análisis didáctico a 108 futuros maestros de educación primaria para valorar su conocimiento didáctico-estadístico. En ella, deben valorar la idoneidad didáctica de un proceso de estudio experimentado por ellos mismos a partir de la aplicación de los criterios de idoneidad. En los análisis de las respuestas se observan diferentes niveles de aplicación, lo que señala diferentes niveles competenciales. En este trabajo no llegamos tan lejos como en el de Arteaga (2011), pues los estudiantes solo aplicaron el modelo en una tarea ejecutada en la última clase de la asignatura que cursaban (la de ATD).

### 3. Metodología

Si queremos potenciar el uso de los applets en la educación estadística es necesario formar a los futuros docentes, dotándoles de recursos que les ayuden en el análisis didáctico de los recursos que usaran en clase (aquí los applets) así como orientaciones sobre la forma de trabajo en el aula. El estudio que aquí presentamos va en esta dirección y para realizarlo utilizamos las pautas desarrolladas en el “Proyecto Appletmat” (2006-2007) y aplicadas en diferentes tipos de applets (geometría, medida, operaciones y estadística). En él se pueden distinguir tres apartados: en el primero - Sección 1. Análisis del applet y posibilidades - se describe el recurso y se valora su posible utilización en el aula de primaria en cuanto a sus posibilidades, conocimientos previos necesarios, limitaciones y técnicas de uso. En el segundo - Sección 2. Gestión y uso en futuros docentes - se estudia la gestión y uso de ese recurso en la formación de los futuros docentes valorando las competencias profesionales que desarrolla y la transferencia educativa que comporta. El último apartado - Sección 3. Mejoras y otros usos del applet - lo dedicamos a ver las posibilidades de mejora y ampliación del applet, así como las ventajas e inconvenientes del recurso frente a otros alternativos (Estrada, Nascimento y Martins, 2013).

Según la legislación portuguesa en vigor (Decreto-ley n.º 79/2014, de 14 de mayo, corregido por Rectificación n.º 32/2014, de 27 de junio) el título de cualificación profesional para la docencia requiere una licenciatura (1er Ciclo de enseñanza superior, según la Declaración de Bolonia) y un máster (2º Ciclo, según la Declaración de Bolonia, 2º CDB). Así, el modelo de análisis didáctico descrito en Estrada et al. (2013) tuvo que ser adaptado para estos estudiantes. Del modelo inicial, solo se utilizaron las secciones 1 y 3, a las que nos referiremos como secciones 1 y 2, respectivamente. De hecho, ATD se trata de una asignatura de probabilidad y estadística sin aspectos didácticos. No obstante, la profesora intenta conectar todos los temas de la asignatura, no solo con las cuestiones de la cultura estadística, sino también con los temas relacionados con la didáctica de la estadística que, en un futuro, puedan plantearse a los alumnos del máster en docencia del 1er CEB. Así pues, los estudiantes de ATD no están preparados para responder a las cuestiones de la sección gestión y uso en futuros docentes, de ahí que las preguntas asociadas al informe fueron extraídas y adaptadas del modelo desarrollado en el proyecto presentado en Estrada et al (2013), tal como se muestra en la Figura 1.

Sección	Descripción
0. Experimentar el applet	Experimente con el applet hasta que comprenda cómo funciona.
1. Análisis del applet y sus posibilidades en el 1er CEB	1.1. Descripción del applet: a. ¿Qué tema se cubre en ATD? b. ¿Qué hace este applet? c. ¿Que muestra? d. ¿Qué puedes cambiar? e. ¿Crees que este applet tiene limitaciones? ¿De ser así, cuáles? 1.2. Análisis y usos de este applet en una clase (o clases). a. ¿Cómo podemos usarlo en una clase o clases de primer ciclo? b. ¿Conocimientos previos y contenidos necesarios? c. Limitaciones encontradas en el programa que se utilizará. d. Técnicas de uso del applet. e. Otro contenido (relacionado) que se puede incorporar a la(s) clase(s) a través o con este subprograma.
2. Mejoras y otros usos del applet para su uso en el 1er CEB	2.1. ¿Crees que podrías usar este applet para otros aprendizajes? ¿Si no, porque no? ¿De ser así, cuáles? 2.2. ¿Crees que este applet tiene ventajas o desventajas? ¿Por qué? 2.3. Si pudiera programar o decirle a alguien que lo haga, ¿cree que podrían introducir mejoras y extensiones en este programa? ¿Si no, porque no? ¿De ser así, cuáles?

Figura 1. Modelo adaptado para el análisis didáctico (Estrada, Nascimento y Martins, 2013).



En esta investigación, se usó el modelo en las clases de tercer año del Grado en Educación Primaria en una universidad portuguesa, en la asignatura de Análisis y tratamiento de datos (6 créditos ECTS, “European Credit Transfer System”). Las estudiantes no estaban familiarizadas con el análisis didáctico de aplicaciones y nunca habían utilizado este ni ningún otro modelo. Por lo tanto, en la última clase antes de finalizar el 1er semestre, se presentó el modelo adaptado con un applet de *Illuminations* (<https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Mean-and-Median/>) comparando el promedio y la mediana mediante el uso de tecnología donde tenían las instrucciones para el uso del applet, posibilidades para su exploración y objetivos y estándares para practicar con el modelo.

En seguida, a las 13 estudiantes presentes (todas mujeres y que representan el 45% de los 29 estudiantes del total la clase, en la que solo hay dos hombres) se les entregó un archivo de texto para analizar siguiendo el modelo de cuestionamiento adaptado (Figura 1) y que ya contenía el enlace de un applet (en la tabla de la Figura 2 se recopilieron todos los enlaces y objetivos para cada applet). Las estudiantes trabajaron en parejas y tríos, los cuales eran los usuales de la asignatura. En total se formaron cinco parejas y un trío y cada grupo presentó un archivo de texto con imágenes como producto final del trabajo. Esta tarea se realizó en la última clase (120 minutos) del 1er semestre del año académico 2019/2020 y estaba contemplada en el protocolo de evaluación (10% de la nota final).

Grupo	Applet	Adecuado 1.º CEB (años)	Objetivo	Link da applet
1	Contajes	3 y 4	Introducir el concepto de orden cuando los eventos simples se agrupan en un experimento aleatorio compuesto para introducir el conteo con y sin ordenar.	En español <a href="http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349689112">http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349689112</a>
2	Diagrama de tallo y hojas	3 y 4	Con uno o más conjuntos de datos (tamaños iguales o diferentes) construya el diagrama de tallo y hoja.	En portugués <a href="https://www.geogebra.org/m/gxcX62sq">https://www.geogebra.org/m/gxcX62sq</a>
3	Juegos de probabilidades	4	Introducir los conceptos de experiencias aleatorias, los distintos eventos y la probabilidad de cada uno.	En español <a href="http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349686202">http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349686202</a>
4	Promedio aritmético simple	3 y 4	Introduzca el concepto de calcular la media aritmética y esta medida como centro de gravedad de uno o más	En portugués <a href="https://www.geogebra.org/m/XhbWeYey">https://www.geogebra.org/m/XhbWeYey</a>
5	Construcción de gráficas (I)	4	Comprender, interpretar y expresar la diversa información recibida, a través de gráficos. Compruebe si los aspectos cuantitativos de la realidad pueden tener diferentes representaciones y decida qué gráfico elegir.	En español <a href="http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349674778">http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349674778</a>
6	Respetar las condiciones	3 y 4	Combinar y contar conjuntos de objetos. Familiarizate con las diferentes formas de ordenar objetos.	En español <a href="http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349695153">http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1416349695153</a>

Figura 2. Applet de cada grupo, incluido el enlace respectivo.

Para cuantificar el uso del modelo adaptado (Figura 1) se atribuyeron aptitudes parciales a cada una de las preguntas y se decidió que las respuestas a cada pregunta se puntuarían de 0 a 1 punto, siendo, 14 puntos, la nota máxima posible del trabajo (Figura 3, izquierda). Las puntuaciones fueron asignadas por dos de los autores, inicialmente de forma independiente y luego discutidas para llegar a un valor final para cada pregunta, después de lo cual se llevaron a cabo las cuantificaciones parciales de idoneidad. Para cada idoneidad parcial y para los seis trabajos, se calculó su peso (Figura 3, derecha). Por ejemplo, la idoneidad afectiva (blanca en la tabla de la Figura 3, derecha) correspondió a una sola pregunta en 6 trabajos, por lo que tuvo un peso de 6 en las puntuaciones obtenidas en esa pregunta; así, el total de 4,02 sobre 6 corresponde al 67,1%. La idoneidad epistémica (amarilla en la

tabla de la Figura 3, derecha), en cambio, correspondió a dos preguntas en 6 trabajos, por lo que tuvo un peso de 12 en las puntuaciones obtenidas; así, el total 7,95 sobre 12 corresponde al 66,3%.

Clasificación cada ítem	Idoneidad	
0-1 puntos	Afectiva	Sección 0. Experimente con el applet hasta que comprenda cómo funciona.
		Sección 1. Análisis del applet y sus posibilidades
		1.1. Descripción del applet:
	Epistémica	a. ¿Qué tema se cubre en ATD?
	Cognitiva	b. ¿Qué hace este applet?
	Cognitiva	c. ¿Qué muestra?
	Cognitiva	d. ¿Qué puedes cambiar?
	Cognitiva	e. ¿Crees que este applet tiene limitaciones? (De ser así, cuáles?)
		1.2. Análisis y usos de este applet en una clase (o clases) del 1.º CEB.
	Mediacional	a. ¿Cómo podemos usarlo en una clase o clases de primer ciclo?
	Cognitiva	b. ¿Conocimientos previos y contenidos necesarios del 1.º CEB?
	Mediacional	c. Limitaciones encontradas en el programa que se utilizará en el 1.º CEB.
	Ecología	d. Técnicas de uso del applet en el 1.º CEB.
	Interaccional	e. Otro contenido (relacionado) que se puede incorporar a la(s) clase(s) a través o con este subprograma en el 1.º CEB.
		Sección 2. Mejoras y otros usos del applet
	Interaccional	2.1. ¿Crees que podrías usar este applet para otros aprendizajes? (Si no, porque no? ¿De ser así, cuáles?)
	Ecología	2.2. ¿Crees que este applet tiene ventajas o desventajas? ¿Por qué?
	Epistémica	2.3. Si pudiera programar o decirle a alguien que lo haga, ¿cree que podrían introducir mejoras y extensiones en este subprograma? ¿Sí no, porque no? ¿De ser así, cuáles?
14 puntos		

Idoneidad	Total	Porcentaje
Epistémica	7,95 de 12	66,3%
Cognitiva	19,65 de 30	65,5%
Interaccional	7,50 de 12	62,5%
Afectiva	4,02 de 6	67,1%
Mediacional	8,50 de 12	70,8%
Ecología	6,40 de 12	53,3%

Figura 3. Modelo de análisis didáctico adaptado de Estrada et al. (2013, izquierda) y determinación de idoneidades parciales del modelo adaptado para el conjunto de seis trabajos (derecha).

#### 4. Resultados y discusión

Utilizando los porcentajes de idoneidad parcial se obtuvo el hexágono de la Figura 4. De esta manera, se representan gráficamente las dimensiones de idoneidad del modelo adaptado.

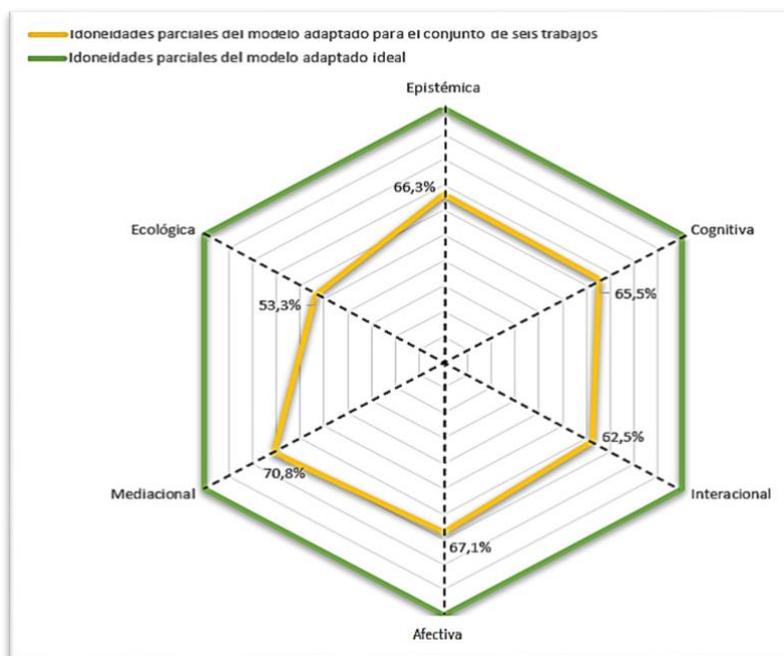


Figura 4. Facetas o dimensiones de idoneidad didáctica para el modelo de análisis adaptado

La idoneidad de la mediación fue media-alta (70,8%), es decir, el grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales, en este caso la aplicación que cada grupo utilizó en su trabajo. Al ser los estudiantes de hoy “nativos digitales”, las prácticas docentes deben contemplarse sin olvidar esta realidad, utilizando las tecnologías (incluidos los recursos digitales y móviles) no como una panacea, sino como una herramienta más para contribuir al aprendizaje. No obstante, si bien estos futuros docentes de la generación digital que participaron en este estudio se sintieron cómodos con el



uso diario de la tecnología, pensamos que aún es necesario apoyarlos en su uso (incluidos los recursos digitales y móviles) en su adecuación didáctica para la enseñanza y el aprendizaje (Li et al., 2015; Casey et al., 2020). La adecuación ecológica (53,3%) puede considerarse media-baja ya que el trabajo se desarrolló en la última clase, por lo que, sin posibilidad de discusión sobre el trabajo desarrollado, ni en la clase, ni entre grupos y con la profesora de la clase. Con una retroalimentación, en una segunda clase para este trabajo, las parejas podrían haber alcanzado un mayor grado de adecuación en el uso del aplicativo en la 1ª CEB en cuanto a las técnicas (estrategias) de uso del applet y en cuanto a la justificación de sus ventajas o desventajas. Implementar este trabajo con applets en el área de didáctica de las matemáticas fue una nueva experiencia para los estudiantes (Godino, 2018). Además, fue una oportunidad para aprender y familiarizarse con los recursos digitales para la enseñanza de la estadística (Estrada et al., 2013) de estos futuros profesores (Li et al., 2015). Sirvió para explorar su uso como herramienta para consolidar el aprendizaje en sí y su utilidad para reflexionar sobre sus posibilidades de implementación en aulas futuras (Casey et al., 2020). De esta forma, los applets actúan como mediadores semióticos para mejorar el proceso de aprendizaje estadístico de estos estudiantes (Godino, 2018)..

### 5. Conclusiones

Desde el punto de vista de la implementación del modelo adaptado (Figura 1), en general, a las estudiantes les resultó más fácil realizar un análisis más descriptivo con aplicación inmediata que hacer un análisis más contextualizado, con una reflexión o concibiendo diferentes perspectivas sobre el uso de los applets. Esta conclusión fue la misma de Estrada et al. (2013), mostrando que aún queda un largo camino por recorrer y que estas experiencias deben ser implementadas, exploradas y profundizadas con mayor frecuencia. Respecto a la pregunta planteada sobre la idoneidad didáctica global que presenta el uso del modelo adaptado en estudiantes (futuros maestros o profesores) en vista del uso didáctico de los applets, podemos decir que fue media. Solo en términos de idoneidad ecológica fue medio-bajo y eso destaca la dificultad que las estudiantes encontraron para integrar el grado de adecuación del applet al contexto escolar (curricular) al que se dirige en este trabajo y que estas estudiantes solo acercaron en 2º CDB. Los estudiantes de pregrado (2º CDB) aún no están preparados para establecer los vínculos entre el conocimiento matemático y otros factores en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas, por ejemplo, factores curriculares y socio profesionales. Consideramos que nuestra tentativa de analizar el uso de estos recursos puede ser ampliada a otros momentos de la asignatura para que los estudiantes se acostumbren a hacer estos análisis necesarios para preparar sus clases en el futuro (e.g. Godino, 2018).

### Agradecimientos

Proyecto PID2019-105601GB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033.

### Bibliografía

- Arteaga, P., (2011). Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores. (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada. Recuperado el 12 de julio de 2020 de: <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/arteaga.pdf>
- Beltran-Pellicer, P., Godino, J. D. y Giacomone, B., (2018). Elaboración de indicadores específicos de idoneidad didáctica en probabilidad: aplicación para la reflexión sobre la práctica docente. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(61), 526-548.
- Breda, A., Pino-Fan, L. y Font, V., (2017). Meta Didactic-Mathematical Knowledge of Teachers: Criteria for the reflection and assessment on teaching practice. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(6), 1893-1918.

- Casey, S., Hudson, R., Harrison, T., Barker, H. y Draper, J., (2020). Preservice teachers' design of technology-enhanced statistical tasks. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(2). Recuperado de 21 de agosto de 2020: <https://citejournal.org/volume-20/issue-2-20/mathematics/preservice-teachers-design-of-technology-enhanced-statistical-tasks>
- Contreras, J.M., Ruiz, K., Molina, E. y Contreras, J., (2016). Internet para trabajar la probabilidad. *Aula de innovación educativa y GUIX: elements d'acció educativa*, 251, 28-34.
- Díaz, C. y de la Fuente, I., (2005). Recursos para la enseñanza del razonamiento bayesiano en internet. *Proceedings from the Internacional Congreso: El Profesorado ante el reto de las Nuevas Tecnologías en la Sociedad del Conocimiento*. Universidad de Granada, Granada.
- Estrada, A., Nascimento, M. M. y Martins, J. A., (2013). Using Applets for Training Statistics with Future Primary Teachers. *Proceedings of the 8th CERME*, pp.787-797, Manavgat-Side, Antalya, Turquía.
- Gea, M., Arteaga, P., Cañadas, G. R., (2017). Interpretación de gráficos estadísticos por futuros profesores de Educación Secundaria. *AIEM*, 12, 19-37.
- Godino, J. D., (2018). *Bases epistemológicas e instruccionales del Enfoque Ontosemiótico en Educación Matemática*. (Versión ampliada y revisada de la segunda parte del trabajo titulado, Marcos teóricos sobre el conocimiento y el aprendizaje matemático). Recuperado el 12 de julio de 2020 de: <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/pages/trabajossintesis.html>
- Godino, J.D., Font, V., Wilhelmi, M. y Lurduy, O., (2011). Why is the learning of elementary arithmetic concepts difficult? Semiotic tools for understanding the nature of mathematical objects. *Educational Studies in Mathematics*, 77(2), 247-265.
- Gould, R., (2017). Data literacy is statistical literacy. *S. Education Research Journal*, 16(1), 22-25.
- Lendínez, E., García, F. J. y Lerma, A. M., (2018). El estudio de clases en la formación inicial del profesorado de educación infantil: combinando teoría y práctica profesional. Rodríguez-Muñiz, L. J., Muñiz-Rodríguez, L., Aguilar-González, A., Alonso, P., García García, F. J. y Bruno, A. (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 280-289). Gijón: SEIEM.
- Li, L., Worch, E., Zhou, Y. y Aguiton, R., (2015). How and why digital generation teachers use technology in the classroom: An explanatory sequential mixed methods study. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(2), 9.
- Raposo, S., Nascimento, M. M., Costa, C. y Gea, M. (2017). Matemática aplicada às ciências sociais: tarefas de probabilidades com tecnologia. En J.M. Contreras, P., Arteaga, G.R. Cañadas, M.M. Gea, B. Giacomone y M.M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Recuperado el 3 de abril de 2020 de: [enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html)
- Rodríguez-Muñiz, L. J., Muñiz-Rodríguez, L., Vásquez Ortiz, C. A. y Alsina, Á. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y de datos en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Secundaria. *Números: Revista de didáctica de las matemáticas*, 104, 217-238.



**Maria M. Nascimento.** Doctora en Matemáticas por la Universidad de Trás-os-Montes y Alto Douro (UTAD). Profesora del departamento de Matemáticas de la Escuela de Ciencias y Tecnología de la UTAD, Vila Real, Portugal. Es miembro integrado del LabDCT-UTAD/CIDTFF-Universidad de Aveiro. Líneas de Investigación sobre Educación estadística y probabilidad, uso de tecnología, formación de maestros, pensamiento crítico. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3913-4845>. Email: [mmsn@utad.pt](mailto:mmsn@utad.pt).

**Maria Ricart.** Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Zaragoza. Docente del área de Didáctica de las Matemáticas del departamento de Matemática de la Universidad de Lleida y formadora de formadores de educación infantil y primaria. Líneas de investigación sobre la formación de maestros y la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación infantil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9999-0515>. Email: [maria.ricartaranda@udl.cat](mailto:maria.ricartaranda@udl.cat).

**Assumpta Estrada.** Licenciada en Matemáticas por la U. de Zaragoza y Doctora en Didáctica de la Matemática por la U. Autónoma de Barcelona. Profesora Titular del área de Didáctica de las Matemáticas del departamento de Matemática de la Universidad de Lleida. Líneas de Investigación sobre Educación estadística: Actitudes hacia la estadística y la probabilidad, Estadística y uso de tecnología, formación de maestros. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3595-9145>. Email: [assumpta.estrada@udl.cat](mailto:assumpta.estrada@udl.cat).

**J. Alexandre Martins.** Licenciado en Matemáticas (Universidad Coimbra). Master en Matemática-Física (U. Coimbra). Doctor en Didáctica de las Ciencias y la Tecnología (Didáctica de las Ciencias Matemáticas, UTAD). Es profesor de Matemática y Estadística del Instituto Politécnico de Guarda (ESTH) Líneas de Investigación sobre Educación estadística: Actitudes hacia la estadística y la probabilidad, Estadística y uso de tecnología. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-6426>. Email: [jasvm@ipg.pt](mailto:jasvm@ipg.pt).