

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia - Social and Behavioral Sciences 196 (2015) 135 – 141

Procedia
Social and Behavioral Sciences

International Conference on University Teaching and Innovation, CIDUI 2014, 2-4 July 2014,
Tarragona, Spain

Evaluación formativa en Educación Superior: Impacto en estudiantes con ansiedad a las matemáticas

M. Isabel Núñez-Peña^{a,b*}, Roser Bono^{a,b}, Macarena Suárez-Pellicioni^{a,b}

^aDepartamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona, Barcelona, Spain

^bInstituto de Investigación en Cerebro, Cognición y Conducta (IR3C), Universidad de Barcelona, Barcelona, Spain

Abstract

Our objective was to implement and evaluate a formative assessment system in a mandatory course of the degree in Psychology. With this system, students received feedback from the tests they performed. We found a positive correlation between feedback classes' attendance and students' grades. The correlation between math anxiety and course's performance was not significant, suggesting that feedback could have helped to reduce the negative impact of math anxiety on performance.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Peer-review under responsibility of the Scientific Committee of CIDUI Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació.

Keywords: Formative assessment, feedback of errors, math anxiety, academic performance, higher education.

Resumen

Nuestro objetivo fue implementar y evaluar un nuevo sistema de evaluación formativa continua en una asignatura obligatoria del grado de Psicología. Con este sistema los estudiantes recibían *feedback* de las pruebas que realizaban. Encontramos una correlación positiva entre la asistencia a las clases de *feedback* y las notas de los estudiantes. La correlación entre la ansiedad a las matemáticas y el rendimiento en la asignatura no fue significativa, lo que sugiere que el *feedback* podría haber contribuido a reducir el impacto negativo de la ansiedad matemática en el rendimiento.

Palabras clave: Evaluación formativa, *feedback* de los errores, ansiedad a las matemáticas, rendimiento académico, educación superior.

* Corresponding author. Tel.: +34-93-312-58-53; fax: +34-93-402-13-59.

E-mail address: inunez@ub.edu

1. Introducción

El objetivo del presente estudio fue implementar un nuevo sistema de evaluación formativa continua en la asignatura Diseños de Investigación, una asignatura obligatoria del grado de Psicología de la Universidad de Barcelona. Una definición clara y compartida de la evaluación formativa es la propuesta por Dunn y Mulvenon (2009). De acuerdo con estos autores, la evaluación formativa es un abanico de procedimientos de evaluación, formales e informales, integrados en un proceso de enseñanza-aprendizaje y orientados a modificar y mejorar el aprendizaje y comprensión de los alumnos. En la misma línea, Melmer, Burmaster y James (2008) definen la evaluación formativa como el proceso utilizado por el profesorado y el alumnado durante el periodo de enseñanza-aprendizaje que aporta la información necesaria (*feedback*) para ir ajustando el proceso de manera que los alumnos puedan alcanzar los objetivos propuestos. De acuerdo con las definiciones anteriores, un elemento clave de la evaluación formativa está en aportar *feedback* a los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar los resultados finales. El objetivo de este tipo de evaluación no es en principio calificar, sino ayudar a aprender, condicionar al estudiante inteligente y corregir los errores a tiempo (Morales-Vallejo, 2010).

Este estudio se llevó a cabo en la Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona durante el curso 2012-2013, dentro del contexto de la asignatura Diseños de Investigación. Se trata de una asignatura obligatoria de cuarto semestre del grado de Psicología. La asignatura Diseños de Investigación es difícil para la mayoría de los estudiantes debido a su elevado contenido estadístico, hecho que hace que haya un gran número de suspendidos y no presentados. En un estudio previo, que llevamos a cabo durante el curso 2010-2011, nuestro grupo de innovación docente comprobó que la mayoría de los estudiantes suspendidos tenían una elevada ansiedad a las matemáticas, así como actitudes y sentimientos negativos hacia esta materia (Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni & Bono, 2013a). Consideramos que este hecho puede deberse a que la ansiedad a las matemáticas de los alumnos en situación de examen podría provocar un deterioro en su rendimiento académico. En la asignatura Diseños de Investigación habíamos llevado a cabo una evaluación continua que no tenía carácter formativo y nuestra intención era implementar, durante el curso 2012-13, un sistema de evaluación formativa continua que ayudara a minimizar los efectos negativos de la ansiedad a las matemáticas.

De cara a elaborar los materiales para llevar a cabo esta evaluación formativa, consultamos los trabajos de muchos investigadores en el ámbito de la docencia que han estudiado el tipo de estrategia más adecuada para alcanzar los objetivos docentes de materias de carácter matemático-estadístico. Las principales conclusiones que presentan estos autores son las siguientes: (1) Los cursos basados en la realización de actividades resultan más efectivos que los de carácter teórico (Becker, 1996); (2) Es importante proporcionar al estudiante *feedback* sobre sus errores; (3) El uso de programas y herramientas informáticas permite al estudiante, por un lado, interactuar con los datos y, por el otro, poder visualizar conceptos complejos (Marasinghe, Meeker, Cook & Shin, 1996; Weissglass y Cummings, 1991); (4) El aprendizaje se ve favorecido por un modelo constructivista y basado en el descubrimiento, que favorece el trabajo en grupos pequeños y la construcción individual de conceptos, frente a la exposición pasiva de los mismos (von Glasserfeld, 1987); (5) Las investigaciones apoyan el uso de datos reales (Garfield, 1995); y (6) La utilidad de la obtención de datos por parte del propio alumno (Garfield, 1995; Sciutto, 1995).

Teniendo en cuenta las conclusiones anteriores, elaboramos una serie de actividades para desarrollar en nuestra asignatura que perseguían que el alumnado alcanzase los objetivos de aprendizaje, y una serie de materiales que nos permitiesen llevar a cabo la evaluación formativa de los estudiantes de manera continuada a lo largo de todo el curso.

Gran parte de los estudiantes del grado de Psicología provienen del itinerario humanístico y social, con escaso contenido matemático. Un aspecto a destacar es que en un estudio previo encontramos, precisamente, que los estudiantes con una calificación de notable o excelente en la asignatura de Diseños de Investigación procedían mayoritariamente de los bachilleratos científico y tecnológico, mientras que los estudiantes suspendidos provenían, principalmente, de los bachilleratos humanístico y social, $\chi^2 = 4,63$, $p = 0,09$ (Núñez-Peña et al., 2013a). Además, los alumnos que accedían a la universidad desde los bachilleratos humanístico y social mostraban una mayor ansiedad hacia las matemáticas que aquellos que habían accedido desde los bachilleratos científico y tecnológico ($t(169) = 7,03$, $p < 0,001$). Por lo tanto, era importante tener en consideración que nuestros estudiantes tienen un alto nivel de ansiedad a las matemáticas y que este rasgo tiene una repercusión en la nota de la asignatura. Es por esto que en este estudio propusimos un sistema de evaluación formativa útil para el estudiante, en general, y para los

estudiantes con ansiedad a las matemáticas, en particular, para que éstos pudieran ser evaluados sin la tensión inherente a la situación de examen e ir aprendiendo de sus errores a lo largo del curso.

2. Fundamentación

El objetivo de este estudio fue implementar un nuevo sistema de evaluación formativa continua en la asignatura Diseños de Investigación. Con este sistema pretendíamos que los estudiantes realizaran una serie de pruebas a lo largo del semestre, tanto de tipo teórico como práctico, de las que recibirían un *feedback* personalizado. Este nuevo sistema de evaluación permitiría a los estudiantes corregir sus errores y, a la vez, aprender de ellos. Esperábamos que este sistema fuese útil para todos los estudiantes pero, especialmente, para aquellos que tenían un nivel elevado de ansiedad a las matemáticas, los cuales habíamos detectado que eran los que tenían más problemas para superar nuestra asignatura. Esos estudiantes tienen problemas para demostrar sus competencias en el sistema de evaluación tradicional por la tensión inherente a los exámenes, por lo cual esperábamos que la evaluación formativa les permitiera mostrar las competencias reales que habían alcanzado a lo largo del curso.

3. Metodología

Fase 1: Elaboración de materiales

Esta fase se llevó a cabo desde septiembre de 2012 hasta enero de 2013. Los materiales consistían en una serie de pruebas, teóricas y prácticas, que los estudiantes debían realizar a lo largo del curso y que formarían parte de la evaluación formativa. En total trabajamos con cuatro tipos de pruebas.

- En primer lugar preparamos pruebas breves que los estudiantes debían contestar al final de cada clase teórica (*one-minute paper*). En estas pruebas recogíamos información sobre el grado de comprensión de las clases teóricas, las cuales nos servirían para poder aclarar, en una sesión posterior, los aspectos que hubiesen quedado confusos. Estas pruebas breves están disponibles en la página web de la asignatura (www.ub.edu/disin).
- En segundo lugar, utilizamos pruebas de respuesta abierta que se debían realizar en grupos pequeños en las sesiones de problemas. En estas clases los estudiantes trabajaron con casos prácticos elaborados a partir de investigaciones reales publicadas en diferentes ámbitos de la Psicología y resolvieron cuestiones de tipo metodológico, como indicar el tipo de diseño de investigación utilizado, identificar las variables independiente y dependiente, etc. Al final de la clase, los estudiantes entregaban estas pruebas y se dedicaba una parte de la siguiente sesión a comentar los resultados, para que el alumno supiera los errores que había cometido. Estos resultados se colgaban en la web de la asignatura al finalizar cada sesión. Estos materiales están publicados en la colección Omado del Depósito Digital de la UB (Núñez-Peña, 2012).
- En tercer lugar, utilizamos otras pruebas, similares a las anteriores, que los alumnos debían resolver en las prácticas de ordenador, también en grupos pequeños. El objetivo de estas prácticas era que los alumnos se familiarizaran con el uso de un software estadístico para el análisis de datos de algunos diseños de investigación y aprendiesen a interpretar adecuadamente sus resultados. En nuestro caso, utilizamos el paquete estadístico SPSS, un software muy utilizado en el ámbito de la Psicología. Las sesiones de ordenador comenzaban con una explicación del profesor respecto al procedimiento a seguir con el programa SPSS y en las cuales hacía especial énfasis en la interpretación de los resultados estadísticos. En su explicación, el profesor utilizaba algunos casos prácticos que los alumnos ya habían trabajado en las clases de problemas, hecho que hacía que los alumnos conociesen bien los aspectos metodológicos de los mismos. Al final de esta clase, los estudiantes realizaban en grupo un análisis estadístico con un caso práctico diferente y contestaban preguntas de carácter estadístico y metodológico. Nuestra intención era que los estudiantes entregaran las respuestas a estas pruebas al final de la clase y, de nuevo, se comentaban los

resultados en la siguiente sesión práctica y se colgaban en la web de la asignatura. Estos materiales están publicados en la colección Omado del Depósito Digital de la UB (Núñez-Peña, 2012).

- El último tipo de material que elaboramos fueron casos prácticos largos en los cuales se presentaban investigaciones reales publicadas en el ámbito de la Psicología. Cada uno de los casos tenía también vinculada una matriz de datos, que podía ser o bien simulada, para que los alumnos pudieran reproducir los resultados de la investigación original, o bien real, por tratarse de investigaciones llevadas a cabo por alguna de las profesoras implicadas en este estudio. Los estudiantes utilizaban este material para preparar su trabajo dirigido, el cual realizaban en grupos pequeños fuera del horario de clase. Utilizamos un total de veintidós casos diferentes que hemos publicado en la colección Omado del Depósito Digital de la UB (Núñez-Peña & Bono, 2012; Núñez-Peña, Bono & Suárez-Pellicioni, 2013b). El objetivo de este trabajo dirigido era doble: por un lado, permitía a los estudiantes familiarizarse con la estructura de los artículos de investigación y con los estándares de redacción de artículos científicos y, por otro, les enseñaría cómo obtener información de una matriz de datos en una situación casi real. Trabajar con artículos reales y, en algunos casos, con matrices de datos reales incrementaría el interés y la motivación de los estudiantes (Garfield, 1995). El seguimiento de la realización de estos trabajos fue continuo a través de tutorías personalizadas con los profesores.

Fase 2: Implementación del sistema de evaluación formativa

Este sistema de evaluación formativa se implementó durante el curso 2012-2013 en cinco de los nueve grupos de la asignatura Diseños de Investigación. En estos grupos había en total 280 estudiantes. Esta fase se llevó a cabo durante los meses de febrero a mayo de 2013, puesto que esta asignatura es de segundo semestre.

Fase 3: Evaluación del impacto del nuevo sistema sobre el aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes.

Para evaluar la utilidad de nuestro sistema de evaluación formativa continua recogimos información de 166 estudiantes voluntarios (45 hombres y 121 mujeres). En primer lugar, para conocer el nivel de ansiedad matemática de nuestros estudiantes les pedimos, a principio de curso, que contestaran la versión española del Shortened Math Anxiety Rating Scale (sMARS) (Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni, Guilera & Mercadé-Carranza, 2013c). Se trata de un test que mide tres aspectos de la ansiedad a las matemáticas (ansiedad a los cursos de matemáticas, ansiedad a los exámenes de matemáticas y ansiedad a las tareas numéricas). También les pedimos que valorasen su grado de motivación y autoconfianza en matemática y el grado en que disfrutaban de esta materia. En segundo lugar, al finalizar el proceso de docencia, pedimos a los estudiantes que completasen un cuestionario, construido *ad hoc* para este estudio. Mediante este cuestionario se evaluó, básicamente, la opinión de los estudiantes sobre el material utilizado y el sistema de evaluación formativa. También recogimos información relativa al grado de satisfacción del alumno con los diferentes tipos de clases. En tercer lugar, disponíamos también de las notas de los estudiantes en las diferentes pruebas de evaluación que llevamos a cabo durante el curso. En concreto, teníamos cuatro notas para cada estudiante: la nota de las prácticas, la nota del trabajo dirigido, la nota del examen y la nota final de la asignatura (ésta se calculaba con la suma ponderada de las otras evaluaciones: 10% prácticas, 30% trabajo dirigido y 60% examen).

4. Resultados

A continuación presentamos los principales resultados obtenidos después de analizar los datos recogidos en este estudio. En primer lugar, comentaremos algunos de los resultados más interesantes del análisis de datos del cuestionario; después, presentaremos el análisis de las relaciones entre la frecuencia de asistencia a las clases y las notas de la asignatura; y, finalmente, prestaremos atención a las correlaciones entre el rendimiento en la asignatura y

la ansiedad y actitudes hacia las matemáticas, comparándolas con las correlaciones que obtuvimos entre estas variables en el curso 2010-11.

En la Figura 1 podemos observar cómo la asistencia a las clases prácticas fue mayor que la asistencia a las clases teóricas y a las clases de *feedback*, a pesar de que en estas últimas asistían siempre alrededor del 50% de los estudiantes. Aunque la asistencia a los tres tipos de clases no era mayoritaria, la Figura 2 muestra que, en general, los estudiantes consideraban que los tres tipos de clases eran útiles para una correcta comprensión de la asignatura.

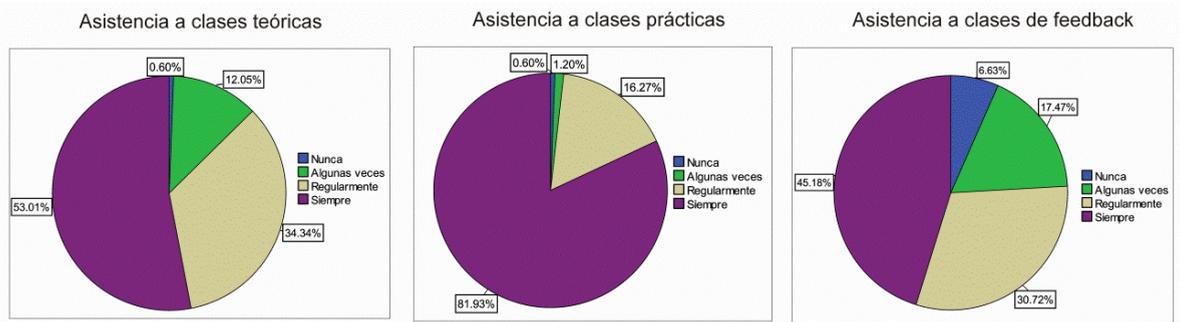


Fig. 1: Porcentaje de asistencia a las clases teóricas, prácticas y de *feedback*.

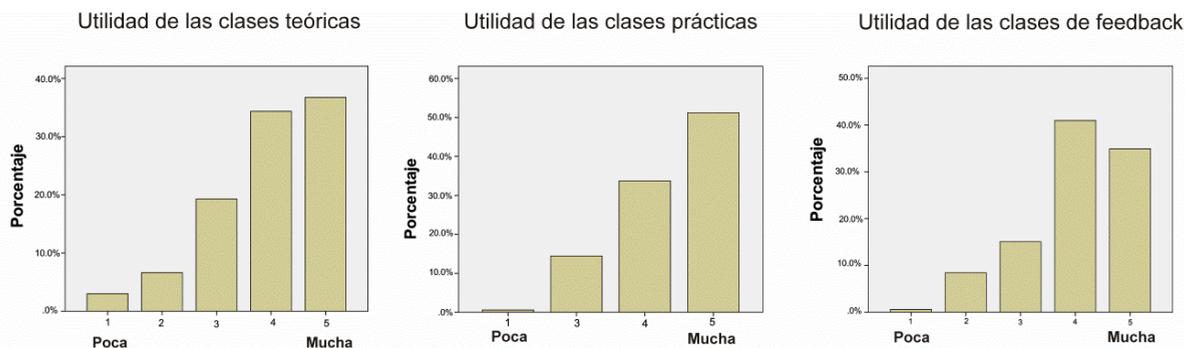


Fig. 2: Porcentaje del grado de utilidad de las clases teóricas, prácticas y de *feedback*.

Respecto a las relaciones entre la asistencia a los tres tipos de clases y las notas en las diferentes pruebas de evaluación, podemos ver en la Tabla 1 que la asistencia a las clases teóricas y a las clases de *feedback* correlaciona positivamente con todas las evidencias de evaluación de los estudiantes (notas del examen, de prácticas, del trabajo dirigido y nota final). No obstante, en cuanto a la correlación entre la asistencia a las clases prácticas y las notas podemos comprobar que ésta sólo fue significativa si se correlacionaba la asistencia con la nota de prácticas y la nota del trabajo dirigido.

Finalmente, se calcularon las correlaciones entre el rendimiento en la asignatura y la ansiedad y actitudes hacia las matemáticas. Podemos comprobar en la Tabla 2 que ninguna de estas correlaciones fue significativa, lo que nos indica que en los estudiantes del curso 2012-13 no había relación entre las notas de la asignatura y la ansiedad matemática y las actitudes hacia las matemáticas. Si comparamos estos datos con los que obtuvimos en el curso 2010-11 (Tabla 3; para más información véase Núñez-Peña et al., 2013a) podemos comprobar cómo, en aquel curso, las correlaciones sí que fueron significativas.

Tabla 1. Correlaciones entre el rendimiento en la asignatura y la frecuencia de asistencia a clase.

Nota en...	Asistencia a clases de...		
	Teoría	Prácticas	Feedback
Examen	0,381**	0,149	0,365
Prácticas	0,356**	0,589**	0,343**
Trabajo dirigido	0,358**	0,306**	0,243**
Final asignatura	0,477**	0,313	0,404**

Nota. ** $p < 0,01$

Tabla 2. Correlaciones entre el rendimiento en la asignatura y la ansiedad y las actitudes hacia las matemáticas obtenidas durante el curso 2012-13.

Nota en...	sMARS	Disfrute	Autoconfianza	Motivación
Examen	0,040	0,037	0,014	0,087
Prácticas	0,126	0,010	-0,019	-0,001
Trabajo dirigido	-0,053	0,178	0,122	0,194
Final asignatura	0,037	0,056	0,064	0,142

Nota. sMARS: *Shortened Mathematic Anxiety Rating Scale*

Tabla 3. Correlaciones entre el rendimiento en la asignatura y la ansiedad y las actitudes hacia las matemáticas obtenidas durante el curso 2010-11 (Núñez-Peña et al., 2013a).

Nota en...	sMARS	Disfrute	Autoconfianza	Motivación
Examen	-0,237**	0,231**	0,235**	0,270**
Prácticas	-0,065	0,002	0,070	0,026
Trabajo dirigido	0,008	0,001	-0,070	-0,029
Final asignatura	-0,224**	0,213**	0,194*	0,275**

Nota. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; sMARS: *Shortened Mathematic Anxiety Rating Scale*

5. Conclusión

El objetivo de este estudio fue desarrollar, implementar y evaluar un nuevo sistema de evaluación formativa en la asignatura Diseños de Investigación en el grado de Psicología de la Universidad de Barcelona. Las principales conclusiones obtenidas a partir de los resultados de este estudio son las siguientes. En primer lugar, encontramos que la asistencia a las clases teóricas y a las clases de *feedback* correlacionaba positivamente con todas las notas de los estudiantes (notas del examen, de prácticas, del trabajo dirigido y nota final). Este resultado sugiere que la asistencia a este tipo de clases se traducía en una mejor adquisición de los aprendizajes de carácter teórico y práctico. Por lo que se refiere a la correlación entre la asistencia a las clases prácticas y las notas, ésta sólo fue significativa si se correlacionaba la asistencia con la nota de prácticas y la nota del trabajo dirigido, lo que podría indicar que la asistencia a las prácticas tenía un efecto positivo en la adquisición de conocimientos prácticos pero no tenía un impacto directo sobre los conocimientos de carácter teórico.

En segundo lugar, cuando se calcularon las correlaciones entre el rendimiento en la asignatura y la ansiedad y actitudes hacia las matemáticas encontramos que ninguna de estas correlaciones fue significativa, es decir, en los estudiantes del curso 2012-13 no había relación entre las notas de la asignatura y la ansiedad matemática y las actitudes hacia las matemáticas. Al comparar estos datos con los que habíamos obtenido en el curso 2010-11 (Núñez-Peña et al., 2013a) pudimos comprobar cómo, en aquel curso, estas correlaciones sí que fueron

significativas, de manera que los niveles elevados de ansiedad y las actitudes negativas hacia las matemáticas estaban relacionados con la obtención de notas bajas en el examen de la asignatura y con la nota final. Este resultado del curso 2010-2011 quizá fue debido a que los alumnos con ansiedad a las matemáticas estaban ocupados con pensamientos intrusivos durante la realización del examen, por lo que su capacidad para hacerlo bien podría haberse visto mermada. El hecho de que con los datos del curso 2012-13 estas correlaciones no hayan sido significativas podría indicar que dar *feedback* de los errores a lo largo del curso ha podido ayudar a los estudiantes con ansiedad a las matemáticas a ganar confianza en su capacidad para aprender la asignatura, reduciendo el impacto negativo de la ansiedad matemática sobre el rendimiento en la asignatura Diseños de Investigación.

En conclusión, los resultados de nuestro estudio han puesto de manifiesto que el sistema de evaluación formativa que hemos implementado durante el curso 2012-13 en la asignatura Diseños de Investigación, y que consistía en dar *feedback* de los errores a lo largo del curso, no sólo favoreció una mejor adquisición de los aprendizajes de nuestros estudiantes, en general, sino que, en particular, conseguimos reducir el impacto que tiene la ansiedad a las matemáticas de algunos estudiantes sobre su rendimiento en esta materia. Los presentes resultados tienen importantes implicaciones a nivel educativo puesto que muestran la utilidad de los sistemas de evaluación formativa mediante *feedback* para aquellos estudiantes que tienen más dificultades para demostrar su adquisición de competencias en los sistemas tradicionales de evaluación.

Agradecimientos

Esta investigación se ha financiado por el Grupo de Innovación Docente Consolidado GIDCUB-13/099 y por los proyectos 2012PID-UB/092 de la Universidad de Barcelona, PSI2012-35703 del Ministerio Español de Economía y Competitividad y BES-2010-036859 del Ministerio Español de Ciencia y Tecnología.

Referencias

- Becker, B. J. (1996). A look at the literature (and other resources) on teaching statistics. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 21, 71-91.
- Dunn, K.E. & Mulvenon, S.W. (2009). A critical review of research on formative assessments: The limited scientific evidence of the impact of formative assessments in education. *Practical Assessment Research & Evaluation*, 14(7). Consulta de 30 de setembre de 2013 de la Word Wide Web [http://pareonline.net/getvn.asp?v=\)14&n=7](http://pareonline.net/getvn.asp?v=)14&n=7)
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review*, 63, 25-34.
- Marasinghe, M. G., Meeker, W. Q., Cook, D., & Shin, T. (1996). Using graphics and simulation to teach statistical concepts. *The American Statistician*, 50, 342-351.
- Melmer, R., Burmaster, E., & James, T.K. (2008). *Attributes of effective formative assessment*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Morales-Vallejo, P. (2010). *Ser profesor: Una mirada al alumno*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Consulta de 30 de setembre de 2013 de la Word Wide Web <http://www.upcomillas.es/personal/peter/otrosdocumentos/Evaluacionformativa.pdf>
- Núñez-Peña, M.I. (2012). *Diseños de Investigación en Psicología: Problemas y prácticas de ordenador*. Colección OMADO del Depósito Digital de la Universidad de Barcelona. Disponible en <http://hdl.handle.net/2445/21822>
- Núñez-Peña, M.I. & Bono, R. (2012). *Diseños de Investigación de Psicología: Prácticas para el trabajo autónomo del alumno*. Colección OMADO del Depósito Digital de la Universidad de Barcelona. Disponible en <http://hdl.handle.net/2445/22002>
- Núñez-Peña, M.I., Bono, R. & Suárez-Pellicioni, M. (2013b). *Diseños de Investigación en Psicología: Trabajo autónomo del alumno – Actividades 11-22*. Colección OMADO del Depósito Digital de la Universidad de Barcelona. Disponible en <http://hdl.handle.net/2445/45192>
- Núñez-Peña, M.I., Suárez-Pellicioni, M., & Bono, R. (2013a). Effects of math anxiety on student success on higher education. *International Journal of Educational Research*, 58, 36-43.
- Núñez-Peña, M.I., Suárez-Pellicioni, M., Guilera, G., & Mercadé-Carranza, C. (2013c). A Spanish version of the short Mathematics Anxiety Rating Scale (sMARS). *Learning and Individual Differences*, 24, 204-210
- Sciutto, M. J. (1995). Student centred methods for decreasing anxiety and increasing interest level in undergraduate statistics courses. *Journal of Instructional Psychology*, 22, 277-280.
- Von Glasserfeld, E. (1987). Learning as a constructive activity. En C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 3-17). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Weissglass, J. & Cummings, D. (1991). Visualization in Teaching and Learning Mathematics. *MAA Notes*, 19, 215-223.