

EVALUACIÓN EN LAS NUEVAS PROPUESTAS CURRICULARES: DESCRIBIR, EXPLICAR E INFERIR COMO SABERES ESTADÍSTICOS PARA LA COMPETENCIA LABORAL

José de Jesús Cabrera Chavarría.
Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.
dejcabrera@hotmail.com

Julieta Carrasco García.
Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.
julietacarrasco@hotmail.com

Marco Alfredo Cedano Olvera.
Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.

Francisco Vera Soria.
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías,
Universidad de Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.
fveraso@hotmail.com

RESUMEN

Se argumenta que saber estadística implica el dominio de tres competencias genéricas que son describir, explicar e inferir la aleatoriedad bajo el entendido de que la aleatoriedad es algo propio o inherente al problema de describir la variabilidad de una variable aleatoria en torno a valores esperados cuando se analizan varias muestras. En el presente trabajo, se diseñó un instrumento para valorar la competencia estadística a partir de reactivos que demandan describir, explicar e inferir la aleatoriedad para juzgar su pertinencia en la enseñanza y evaluación de la estadística en el contexto escolar globalizado. Los resultados mostraron un pobre desempeño de los estudiantes. Por lo que, se sugiere que la enseñanza de la estadística se articule a partir de la solución de problemas a través de proyectos del interés del estudiante para que se ejerciten y se aprendan de manera efectiva dichas competencias genéricas. Concluyendo así, que es obsoleta la evaluación mediante exámenes y una alternativa es evaluar mediante el desarrollo de proyectos entre otras.

PALABRAS CLAVE

Evaluación, desarrollo de competencias, enseñanza de la estadística.

ASSESSMENT OF NEW CURRICULAR PROPOSALS: TO DESCRIBE, EXPLAIN AND INFER AS STATISTICAL KNOWLEDGE FOR WORK COMPETENCE

ABSTRACT

It is argued that knowing statistics implies having three generic competences: describing, explaining and inferring randomness. The assumption is that randomness is inherent to the variability problem to be described of a random variable of expected values when samples are analyzed. In this paper an instrument to value the statistic competence on the basis of reagents which elicit describing, explaining and inferring the randomness to judge its pertinence in the teaching and assessment of statistics in the globalised school context. The results reveal a poor students' performance. It is suggested that the teaching of statistics should be articulated around the solution of problems through projects of interest to students for these competences to be exercised and learnt. It is concluded that assessment through exams is obsolete and an alternative is to assess through project development, among other such activities.

KEYWORDS

Assessment, competences development, statistics teaching.

Introducción

La escuela del siglo XXI ha sido descrita como aquella donde se forman los ciudadanos de la era globalizada.. Por ello, deben desarrollar habilidades y competencias genéricas tales como la capacidad de comunicarse de manera efectiva, la habilidad para juzgar la veracidad de la información presentada en los medios masivos de comunicación, el desarrollo del pensamiento científico, el razonamiento y la creatividad. En este contexto, *conocer* o *saber* matemáticas no puede reducirse a identificar las definiciones y propiedades de los objetos matemáticos, sino que los estudiantes deben vincular el uso del lenguaje técnico con el sistema conceptual matemático durante la resolución de problemas (Godino, 2002; Godino & Batanero, 1994).

La escuela ha adoptado modelos de planeación curricular centrados en el estudiante donde se declara explícitamente que el objetivo de la formación es el aprendizaje de habilidades y competencias promoviendo un desarrollo integral de los alumnos. Una competencia es el dominio de un conjunto de habilidades que hacen que un individuo sea capaz de llevar a cabo una tarea dada dentro de un marco de valores (Godino, 1994). La intervención del docente tiene como finalidad el desarrollo de habilidades por parte de los alumnos. Dado que el desarrollo de habilidades ocurre dentro de tareas en donde se ejercitan y aprenden, la evaluación no es una actividad distinta de la enseñanza (Álvarez, 1993; Ribes, 2008). En el presente trabajo, se analizará las competencias que implican *saber* estadística con el propósito de reorientar su enseñanza y evaluación en los contextos escolares formales con énfasis en la educación universitaria.

Las competencias implicadas en los cursos de estadística, son abordadas en el contexto de la formación de estudiantes de las ingenierías y ciencias exactas, los cursos de estadística, generalmente, están conformados por contenidos temáticos que parten de la descripción de un conjunto de datos para terminar con el uso de pruebas de hipótesis. Buena parte del trabajo en aula consiste en aprender dichos contenidos a partir de textos y apuntes de clase. Como consecuencia, el alumno aprende los métodos, técnicas y procedimientos estadísticos mostrados en ellos de manera descontextualizada.

Los problemas también deberían de fomentar el descubrimiento, y la capacidad de discusión. Después de reflexionar respecto a las competencias que demandan la solución creativa de problemas reales, y no los contenidos temáticos, en este trabajo se propone que los conocimientos básicos de estadística deben ser reorientados hacia la noción de *aleatoriedad* – entendiendo ésta, no sólo como una noción de azar, sino como algo propio o inherente al problema de describir la variabilidad de una variable aleatoria en torno a valores esperados, cuando se analizan varias muestras. Esta es una manera natural de acercar al alumno a la *inferencia estadística*, vista como el paso desde el análisis descriptivo de los datos registrados, hacia un universo más amplio de datos potenciales o resultados

posibles; haciendo este paso de lo descriptivo a lo inferencial (universo potencial) con base en la variabilidad registrada en las muestras observadas, (Jones, Thornton, Langrall, & Mooney, 2000; Moore, 2004).

La presente investigación exploró sobre el dominio de la competencia estadística por alumnos de la asignatura 'Elementos de Probabilidad y Estadística' que se imparte en todas las carreras de ingeniería del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara.

Metodología

Participaron 65 estudiantes inscritos en la asignatura de *Elementos de Probabilidad y Estadística* del CUCEI durante el ciclo escolar 2009 B (septiembre de 2009 a enero de 2010). De ellos, 24 eran estudiantes de la Licenciatura en Comunicaciones y Electrónica (COM), 18 de Ingeniería Química (IQU), 9 de Ingeniería en Computación (COM) y 14 de Químico Farmacobiólogo (QFB).

En el CUCEI, se llevan a cabo exámenes departamentales en asignaturas de tronco común para asegurar la calidad de la enseñanza independientemente del grupo o profesor que imparta una misma materia de estudio. Aprovechando esta infraestructura de la institución, se participó con los profesores de la asignatura durante la elaboración del segundo examen departamental para incluir 15 reactivos (de los 25 que conformó el examen) con el objetivo de caracterizar el dominio de los estudiantes en la competencia estadística. Para ello, se consideraron las tres competencias genéricas involucradas en el saber estadística: *describir, explicar e inferir la aleatoriedad*. Cada competencia sería exhibida por los estudiantes cuando se cumpliera los siguientes criterios de desempeño.

- a) Describir la aleatoriedad: cuando representan datos gráficamente o estiman los estadísticos asociados a tal representación gráfica.
- b) Explicar la aleatoriedad: cuando describen tendencias de comportamientos poblacionales según el sesgo y la dispersión de las muestras.
- c) Inferir la aleatoriedad: cuando infieren parámetros con una probabilidad basada en la tendencia central y de dispersión observada en las muestras.

Los reactivos empleados se incluyeron en el examen departamental para estimar las competencias de describir, explicar e inferir la aleatoriedad. A modo de ejemplo, el reactivo número 2, fue caracterizado como una situación problemática en la competencia de describir la aleatoriedad dado que se deben identificar y describir los parámetros poblacionales en un esquema binomial para poder resolver dicho reactivo. Para la competencia explicar la aleatoriedad, se utilizaron reactivos como la pregunta 5 en donde se muestra cómo es que, para aspirar a describir el parámetro λ de un esquema Poisson, se debe identificar de la información el tamaño de n grande y de una probabilidad p pequeña, para

entonces explicar, a partir del valor esperado $np=\lambda$, un esquema Poisson. De igual forma la pregunta 25, es un ejemplo de la competencia inferir la aleatoriedad, cuestiona directamente sobre el parámetro de valor medio poblacional a partir de un valor supuesto e información de una media muestral.

N° reactivo	Situación problema
Competencia: Describir la aleatoriedad	
2	La compañía D afirma que 85% de las semillas de maíz que venden, germina. Pepito tiene que hacer un experimento para su escuela y decide hacer un germinador, en donde siembra 10 semillas de maíz de la compañía D, y desea conocer, ¿cuál es la probabilidad de que al menos 9 semillas germinen?
Competencia: Explicar la aleatoriedad	
5	En cierta región ganadera, la abundancia de una especie tóxica al ganado produce intoxicaciones con una probabilidad de 0.0003. Si en esa región hay 10,000 cabezas de ganado, ¿cuál es la probabilidad de que se presenten exactamente 5 casos de intoxicación por dicha especie?
Competencia: Inferir la aleatoriedad	
25	La resistencia al rompimiento de una fibra textil es una variable aleatoria distribuida normalmente. Las especificaciones requieren que la resistencia media al rompimiento debe ser igual a 150 psi. Al fabricante le gustaría detectar cualquier desviación significativa respecto de este valor. Selecciona una muestra aleatoria de 15 especímenes de la fibra y se determinan sus resistencias al rompimiento. La media y la varianza se calculan a partir de los datos de la muestra, resultando en una media muestral de 152.18 psi y una varianza muestral de 16.63 psi. La prueba la realiza a un $\alpha = 0.05$. ¿Cuál es la decisión que debe tomar el fabricante?

Tabla 1. Reactivos utilizados para evaluar el dominio de la competencia estadística. Las situaciones problemáticas presentadas en cada reactivo se clasificaron según su demanda respecto a describir, explicar o inferir la aleatoriedad.

El examen departamental aplico de acuerdo a los lineamientos institucionales y sus resultados se utilizaron por los profesores de la asignatura para calificar y evaluar sus cursos. Se tomaron las respuestas de los estudiantes a los 15 reactivos diseñados y se procedió a su análisis.

Análisis de Resultados

La tabla 2 presenta los resultados de los estudiantes a los 15 reactivos diseñados para estimar la competencia estadística. En dicha tabla se describen con 0 los errores y con 1 los aciertos a los reactivos los cuales se agruparon según la

competencia genérica demandada: describir, explicar o inferir la aleatoriedad. Después de cada bloque de reactivos, se incluyó una columna en donde se estimó si cada alumno en particular cumplía o no con el criterio de desempeño de la competencia genérica. Para ello, se permitió sólo un error por bloque. Así, se estimó que se dominaba la competencia de describir la aleatoriedad si obtenía como mínimo 3 aciertos, la de explicar si obtuvo cuando menos 4 aciertos y la de inferir con un mínimo de 5 aciertos. También se reporta la licenciatura que estaban estudiando. En la última columna, se incluyó la calificación tomando en cuenta el número de aciertos total en los 15 reactivos.

N° Alumno	Licenciatura	Reactivos para la competencia 'Describir'				Cumple	Reactivos para la competencia 'Explicar'					Cumple	Reactivos para la competencia 'Inferir'						Cumple	Calificación total
		7	8	10	2		5	6	9	11	14		17	19	21	23	24	25		
3	CEL	0	0	0	0	No	0	0	1	0	0	No	0	0	0	0	1	0	No	13
55	QFB	0	0	0	1	No	0	0	0	0	0	No	0	0	0	0	1	0	No	13
17	CEL	0	0	0	0	No	0	0	0	1	1	No	0	1	0	0	0	0	No	20
23	CEL	0	1	0	0	No	0	1	0	0	0	No	0	1	0	0	0	0	No	20
11	CEL	0	0	0	0	No	1	1	1	1	0	Si	0	0	0	0	0	0	No	27
66	QFB	0	0	0	0	No	1	1	0	1	0	No	0	0	1	0	0	0	No	27
6	CEL	0	0	1	1	No	1	0	0	0	0	No	1	0	0	1	0	0	No	33
53	QFB	0	1	1	1	Si	0	1	0	0	0	No	0	0	0	0	0	1	No	33
16	CEL	0	0	1	0	No	1	1	0	0	0	No	0	1	1	1	0	0	No	40
64	QFB	1	1	1	0	Si	1	1	1	0	0	No	0	1	1	1	0	0	No	60
36	IQU	0	1	0	1	No	1	1	1	1	1	Si	1	1	1	0	0	0	No	67

48	IQU	1	1	1	1	Si	1	1	1	0	0	No	1	1	1	1	0	0	No	73
51	IQU	1	1	1	1	Si	1	1	1	0	1	Si	1	1	1	0	0	0	No	73
44	IQU	1	1	0	1	Si	1	1	1	0	1	Si	1	1	1	1	1	1	Si	87
54	QFB	0	1	1	0	No	1	1	1	1	1	Si	1	1	1	1	1	1	Si	87
42	IQU	1	1	1	1	Si	1	1	1	1	0	Si	1	1	1	1	1	1	Si	93
49	IQU	1	1	1	1	Si	1	1	1	1	1	Si	1	1	1	1	1	0	Si	93

Tabla 2. Resultados de los alumnos a los 15 reactivos que estiman la competencia estadística. Las carreras fueron: (COM), (CEL), (QFB) e (IQU). Se determinó si cumplía o no con el dominio de las tres competencias genéricas de describir, explicar e inferir la aleatoriedad así como la calificación total de cada estudiante. Los resultados sombreados son de estudiantes que dominan las tres competencias genéricas en torno a la aleatoriedad.

Los datos se analizaron e interpretaron con dos enfoques distintos. El primero, bajo un esquema tradicional cuantitativo de evaluación, sólo tomó en cuenta la calificación total obtenida en los 15 reactivos. El segundo, utilizó la perspectiva de las competencias genéricas de *Aleatoriedad* propuestas en este trabajo: describir, explicar e inferir, para juzgar – de manera cualitativa – el dominio de la competencia estadística. Desde el enfoque tradicional, sólo 28% de los estudiantes lograría acreditar el curso con el criterio de una calificación mínima de 60. Si el criterio de pase se vuelve más estricto, 80 de calificación como mínimo, sólo 6% de los alumnos se promoverían. Ahora, si tomamos en cuenta a quienes cumplen con el dominio de las tres competencias – describir, explicar e inferir la aleatoriedad – sólo el 4% de ellos acreditarían el curso. Estos pobres desempeños sugieren una enseñanza y evaluación con énfasis en el cálculo de estadísticos pero sin un desarrollo del pensamiento matemático lo que lo implicaría entender el lenguaje técnico y su participación en la comprensión y manipulación de la realidad.

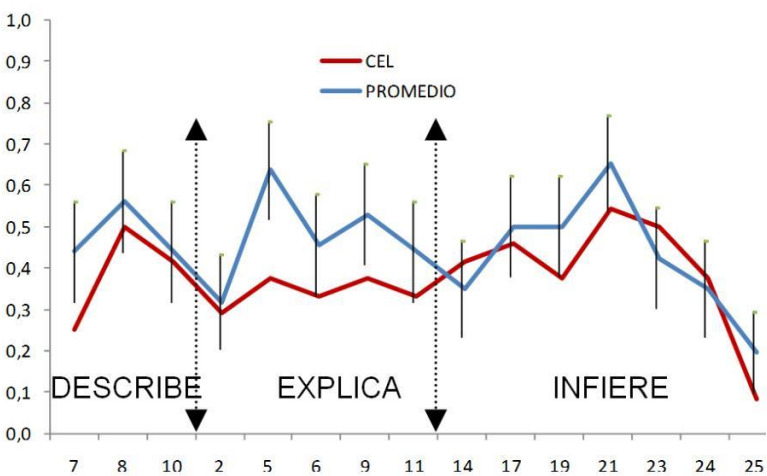
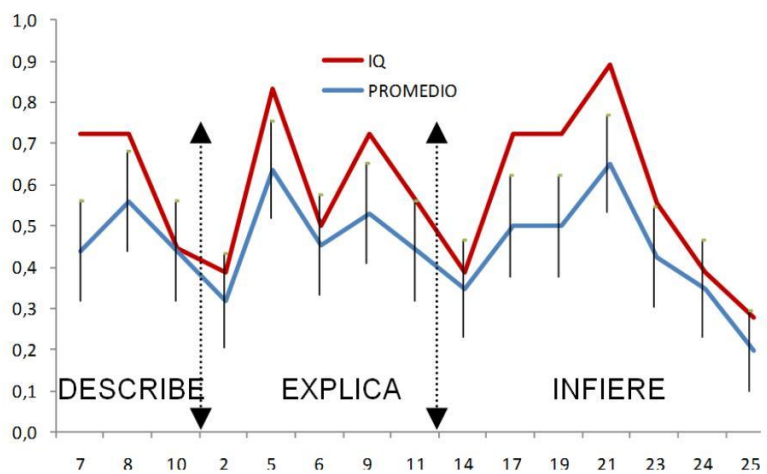
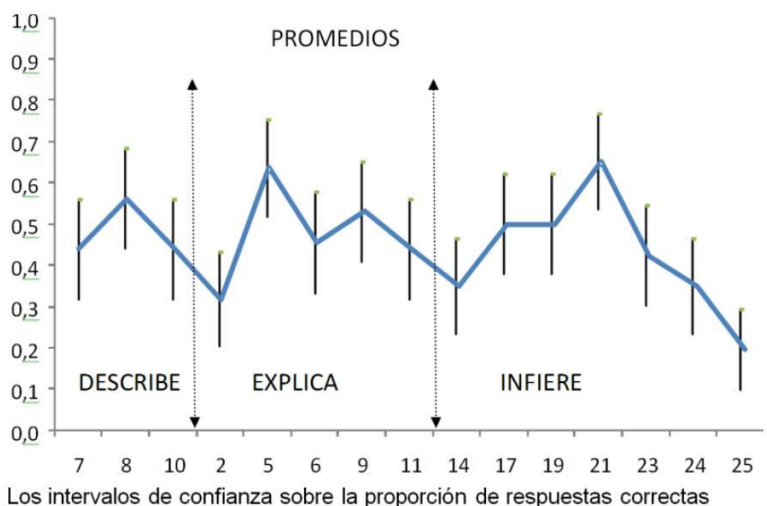
El panel superior de la figura 1 muestra la proporción global de aciertos por reactivo el cual se estimó a partir del porcentaje de estudiantes que contestaron correctamente a cada reactivo. Representa una medida de la dificultad del reactivo bajo la lógica de que a mayor proporción, más fácil fue la pregunta y, por ende, más estudiantes la contestaron bien. Tomando este resultado promedio como línea base, se puede comparar el desempeño de los alumnos separados por carrera. Los paneles (a), (b), (c) y (d) muestran el desempeño de los que están estudiando (CEL), (QFB), (IQU) e (COM), respectivamente. Los datos sugieren que los alumnos de (IQU) están por encima del promedio. De hecho, si observamos la tabla 2 de nuevo, los únicos alumnos que dominaron las tres competencias de aleatoriedad son de dicha carrera. Estos resultados nos permiten

conjeturar que los perfiles de carrera que desarrollan las *competencias de aleatoriedad* con mayor naturalidad son los abogados a la obtención de datos con técnicas instrumentales (manipulación de la materia).

Los resultados del examen se interpretaron con y sin la referencia a las competencias de describir, explicar e inferir la aleatoriedad. En la tabla 3 se presentan las proporciones de reactivos contestados correctamente organizados según su nivel de dificultad o su clasificación de competencia. En la columna de *Resultados por reactivo*, éstos están ordenados por magnitud de proporción de acierto, y vemos como el reactivo con la mayor proporción y, por lo tanto el más fácil, fue la pregunta 21. Un reactivo de dificultad medio fue el 7 mientras que el reactivo más difícil fue la pregunta 25. Sin embargo, en la columna *Resultados por competencia*, se puede observar como hay reactivos de diferente dificultad en cada competencia.

Descripción de Resultados por reactivo			Descripción de resultados por competencia		
La pregunta 21 con una proporción del 65% de aciertos	21	.65	7	0.44	DESCRIBIR Competencia referida en las preguntas 7, 8, 10 y 2
	5	.64	8	0.56	
	8	.56	10	0.4	
	9	.53	2	0.32	
	17	.50	5	0.64	EXPLICAR Competencia referida en las preguntas 5, 6, 9, 11 y 14
19	.50	6	0.45		
6	.45	9	0.53		
7	.44	11	0.44		
La pregunta 7 con una proporción del 44% de aciertos	10	.44	14	0.35	INFERIR Competencia referida en las preguntas 17, 19, 21, 23, 24 y 25
	11	.44	17	0.50	
	23	.42	19	0.50	
	14	.35	21	0.65	
24	.35	23	0.42		
La pregunta 25 con una proporción del 20% de aciertos	2	.32	24	0.35	
	25	.20	25	0.20	

Tabla 3. Resultados cuantitativos, observados desde la perspectiva de las competencias genéricas de aleatoriedad



Conclusiones

La estadística como ciencia, está en un periodo de notable expansión. Sin embargo, el número de investigaciones sobre la enseñanza de la estadística es aún escaso. Por tanto, sólo se está comenzando a conocer las principales dificultades de los alumnos en los conceptos más importantes (Alvarado & Batanero, 2008; Cañizares, Estepa, Batanero & Vallecillos, 2006; Jacobs, 1996; Moreno & Vallecillos, 2001a, 2001b; Watson & Moritz, 2000).

La propuesta de equiparar saber estadística con el dominio de las competencias describir, explicar e inferir la aleatoriedad pareció valiosa en la comprensión del aprendizaje de dicha área de la matemática. En futuros trabajos se debería reconocer, sin embargo, que la competencia no es plana. Es decir, la integración de habilidades para resolver una tarea puede ocurrir en diferentes niveles de complejidad. Ribes y López (1985) propusieron una taxonomía en donde se acepta 5 niveles de complejidad. Dicha taxonomía, en el contexto de solución de problemas, puede interpretarse de la siguiente manera.

Nivel 1. Reproduce la solución del problema al imitar y seguir los pasos del profesor quien en clase resolvió un problema parecido.

Nivel 2. Puede incorporar el procedimiento mecanizado para resolver pequeñas diferencias introducidas al problema.

Nivel 3. Puede discriminar cambios, por ejemplo, si los supuestos o hipótesis de un teorema se cumplen o no; el procedimiento mecanizado que aprendió es útil, pero ya no suficiente.

Nivel 4. Puede resolver problemas que involucren situaciones variadas pero además puede explicar o justificar porque debe hacerse de esa forma y no de otra.

Nivel 5. Puede generar evidencia objetiva si es capaz de resolver problemas nuevos, justificar su procedimiento, y además puede explicar el significado de sus resultados dentro de un marco conceptual amplio, generalizando y a la vez delimitando el alcance del ámbito de la matemática que aplica.

Esta taxonomía pone de manifiesto que la respuesta correcta de un alumno a un reactivo puede ser un índice de su desempeño en cualquier nivel funcional de dominio. Es decir, el alumno pudo resolver el problema porque dio la casualidad de que ese mismo ejercicio se resolvió en clase y sólo siguió un procedimiento mecanizado sin entenderlo, o pudo resolverlo porque realizó muchos ejercicios similares pero sigue sin comprender qué significado tiene su resultado en el mundo real. En el caso particular del contexto de la enseñanza de la estadística, se desea que los alumnos puedan alcanzar niveles de interacción cada vez más sofisticados con el cuerpo de conocimientos, desde la operatividad en procedimientos, técnicas y métodos alrededor la noción de aleatoriedad y los conceptos de variabilidad y estimación, que le dan una validación social propia del entorno escolar de la estadística.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, H. & Batanero, C. (2008). Significado del teorema central del límite en textos universitarios de probabilidad y estadística. *Estudios Pedagógicos*, 34(2), 7-28.
- Boas, R. P. (1990). *George Pólya (1887—1985). A Biographical Memoir*. Washington D.C., EE. UU.: National Academy of Sciences.
- Godino, J. D. & Batanero, C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14 (3), 325-355.
- Godino J. D. (2002). *La formación matemática y didáctica de maestros como campo de acción e investigación para la didáctica de las matemáticas: el proyecto Edumat Maestros*. V Simposio sobre Aportaciones del área Didáctica de la Matemática a diferentes Perfiles Profesionales. Universidad de Alicante.
- Pereda, S. & Berrocal, F. (2001). *Técnicas de gestión de recursos humanos por competencias*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces.
- Podolefsky, N. & Filkenstein, N. (2006). The Perceived Value of College Physics Textbooks: Students and Instructors May Not See Eye to Eye. *The Physics Teacher*, 44(6), 338-342.
- Ramsey, J. (1999). *Why Do Students Find Statistics So Difficult?*. International Statistical Institute, 52nd Session.
- Ribes, E. (2008). Educación básica, desarrollo psicológico y planeación de competencias. *Revista Mexicana de Psicología*, 25, 193-207.
- Ribes, E. & López, F. (1985). *Teoría de la conducta. Un análisis de campo y paramétrico*. México: Trillas.
- Watson, J. M. & Moritz, J. B. (2000). Developing Concepts of Sampling. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 44-70.