

ANÁLISIS DIDÁCTICO DE LA ESTIMACIÓN EN CÁLCULO Y MEDIDA, A TRAVÉS DE LOS LIBROS DE TEXTO

José A. Cajaraville Pegito
M^a Adelina Guisande Couñago
Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais
Universidade de Santiago de Compostela

1. RESUMEN

La Estimación en Cálculo y Medida constituye (Sworder, J., 1988; Segovia, Y., 1989; N.C.T.M., 1991) un capítulo relevante dentro de los aprendizajes que, en el área de Matemáticas, deben alcanzar los estudiantes de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Conscientes del papel relevante que desempeñan los libros de texto, en el procE.S.O. de la Educación Matemática elemental, centramos la comunicación en el análisis didáctico de los libros de texto de matemáticas, elaborados en el contexto de la Reforma Educativa, con incidencia en los Institutos y Colegios Públicos y privados que imparten los cursos de 1º y 2º de la E.S.O. en el área de Santiago de Compostela.

2. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el aprendizaje de la estimación en cálculo y medida fue postergado, cuando no suprimido, de los estudios de la matemática básica (Fielker, 1988). En aras de una sesgada visión de la Matemática como la ciencia de la "exactitud", los temas relacionados con el cálculo aproximado (íntimamente ligado con el uso de los números racionales y reales), y medida aproximada, apenas recibieron atención, y las competencias desenvueltas por los estudiantes es muy limitada y, en muchas ocasiones, alcanzada fuera de la escuela. Recientemente (véase, por ejemplo, ABC de la Educación, 14 de abril de 1997, pág. 55) se publica un análisis comparativo sobre las competencias matemáticas de alumnos entre 12 y 14 años de múltiples países, en la que los estudiantes españoles alcanzan pobres resultados, entre los que merece especial mención lo

relativo a situaciones que tienen que ver con la estimación, en el que el fracaso es generalizado: "Los alumnos españoles no saben que es redondear, el redondeo no forma parte explícita del currículum de EGB. En un problema en el que había que interpretar el significado de "redondeo", los alumnos de 8.º de EGB alcanzaron un 25% de aciertos, porcentaje que baja hasta el 17% en el caso de los estudiantes de 7.º".

3. LA ESTIMACIÓN

La *estimación* se define comúnmente como "el juicio de valor del resultado de una operación numérica o de la medida de una cantidad en función de las circunstancias individuales del que lo emite" (Segovia y otros, 1989, pág. 18).

Dos son las razones fundamentales para incluir la *estimación* en la escuela. La primera es por su utilidad práctica; y la segunda, por completar la formación escolar que actualmente reciben los estudiantes.

RAZONES PARA ENSEÑAR ESTIMACIÓN			
DE UTILIDAD		DE FORMACIÓN ESCOLAR	
En la vida	En la escuela	De conocimiento	De pensamiento
<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza en multitud de situaciones reales. - Atiende a la razonabilidad de los resultados 	<ul style="list-style-type: none"> - Las nuevas tareas escolares precisan de la estimación. - Como recurso del aprendizaje escolar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Completa la visión de la matemática. - Mejora el contenido de la actual instrucción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia estrategias propias. - Conecta con la rE.S.O.lución de problemas.

Por razones metodológicas, conviene diferenciar entre dos tipos de estimación:

- a) **Estimación en Cálculo:** *Cálculo estimativo*, referido únicamente a las operaciones aritméticas y a los juicios que pueden establecerse sobre sus resultados.
- b) **Estimación en Medida**, referida a los juicios que pueden establecerse sobre el valor de una determinada cantidad o bien la valoración que nos merece el resultado de una medida.

4. ASPECTOS CURRICULARES DE LA ESTIMACIÓN EN LA ESCUELA

Diferentes estudiosos e investigadores del campo de la Estimación, establecen que la destreza de cálculo aritmético y, más concretamente, las de cálculo estimativo están relacionadas con la estimación en medida. En concreto, Sowder y Wheeler (1989) presentan un análisis de los componentes implicados en el cálculo estimativo, desglosada en: *componentes conceptuales*, *componentes técnicos*, *relacionar los conceptos y técnicas* y *componentes afectivos*.

Los DCB de Matemáticas para la Educación Secundaria Obligatoria, contemplan transversalmente en los contenidos de sus bloques temáticos, objetivos, y criterios de evaluación, aspectos relacionados con la Estimación en Cálculo y Medida, más o menos consonantes con las propuestas de las investigaciones anteriores.

5. ANÁLISIS DE TEXTOS

5.1. Incidencia porcentual

Comenzamos con un análisis cuantitativo de la incidencia de los libros de texto que, para los cursos de 1º y 2º de la E.S.O., elaboraron distintas editoriales, circunscribiéndonos a los institutos y colegios públicos y privados del área de Santiago de Compostela, que imparten este nivel educativo. En primer lugar presentamos los datos relativos a la distribución de alumnos por Centro:

CENTROS ANALIZADOS				
CENTROS CON 1.º CICLO DE E.S.O. EN SANTIAGO				
	Colegios públicos (11)	Institutos (6)	Colegios privados (10)	Totales
Nº de alumnos (1.º E.S.O.)	404	212	599	1.215
Nº de alumnos (2.º E.S.O.)	496	233	792	1.521
Totales	900	445	1.391	2.736

Se observa una disminución de alumnos en el 1º curso de la E.S.O., y una distribución muy equilibrada del reparto de alumnos en los tres tipos de centros.

En segundo lugar, mostramos datos que nos parecen relevantes en cuanto a la poderosa influencia de determinado texto (y, por lo tanto, de determinada editorial) sobre la mayoría del colectivo de alumnos del área de Santiago de Compostela:

DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS POR USO DE TEXTOS					
Editorial	Número de alumnos			Porcentajes	
	1° E.S.O.	2° E.S.O.	Totales	1° E.S.O. (%)	2° E.S.O. (%)
1	720	843	1.563	59,26%	55,42%
2	139	157	296	11,44%	10,32%
No utilizan	38	199	237	3,13%	13,08%
3	95	126	221	7,82%	8,28%
4	84	89	173	6,91%	5,85%
5	92	75	167	7,57%	4,93%
6	47	32	79	3,87%	2,10%
Totales	1.215	1.521	2.736		

Los datos de la tabla anterior son concluyentes, y parecen revelar una especie de "uniformización" en cuanto al libro de texto estándar, usado mayoritariamente en este nivel educativo en los centros de Santiago.

Si analizamos más pormenorizadamente esta influencia, vemos que se producen ciertos matices a tener en cuenta:

Por un lado, existe un cierto equilibrio en la influencia de las 5 restantes editoriales, cuyos textos de Matemáticas también son usados en las aulas de centros de Santiago, repartiéndose el espacio reducido que le deja la editorial 1. Dentro de este espacio debemos hacer notar con un pE.S.O. equivalente a aquellos alumnos que no tienen asignado el uso de ningún texto en exclusiva.

DISTRIBUCIÓN DE TEXTOS POR CENTROS					
Editorial	C. públicos	Institutos	C. privados	Totales	Porcentaje
1	716	157	690	1.563	57,13%
2			296	296	10,82%
No utilizan	11		226	237	8,66%
3	81	140		221	8,08%
4	54		119	173	6,32%
5	38	69	60	167	6,10%
6		79		79	2,89%
Totales	900	445	1.391	2.736	

Siguiendo con este análisis, observamos también que los porcentajes de la influencia de las editoriales cambian en función del tipo de centro. Así, se puede notar en la tabla siguiente que la influencia de la editorial 1, es aplastante en los colegios públicos que imparten el primer ciclo de la E.S.O. (80%), disminuyendo su influencia en los colegios privados (50%), y siendo mucho menos relevante en los institutos (35%). Esto puede ser un síntoma de que los distintos tipos de centros no tienen la misma inercia. Se podría interpretar la uniformidad de los colegios públicos como un síntoma de falta de crítica y de comodidad, en cuando a la adopción tan mayoritaria de un solo tipo de texto.

INCIDENCIA PORCENTUAL DE LOS LIBROS DE TEXTO POR TIPO DE CENTRO			
Editorial	Porcentajes		
	C. públicos	Institutos	C. privados
1	79,56%	35,28%	49,60%
2	0,00%	0,00%	21,28%
No utilizan	1,22%	0,00%	16,25%
3	9,00%	31,46%	0,00%
4	6,00%	0,00%	8,55%
5	4,22%	15,51%	3,31%
6	0,00%	17,75%	0,00%

Podría pensarse que esta uniformidad es debida, exclusivamente, al convencimiento de que se trata, sin duda, del mejor libro de texto. Veremos que, en lo que atañe a la Estimación, no es precisamente ésta una justificación afortunada.

5.2. Análisis cuantitativo

Para nuestro estudio hemos procedido a una revisión exhaustiva de todos los ejercicios, definiciones, problemas y estrategias de estimación, que se proponen en los libros de texto analizados.

Mostramos a continuación unas tablas resumen para el primer curso de la E.S.O. En ellas se puede observar el enorme desequilibrio de la Editorial 1 en el tratamiento de la estimación.

Primer curso de la E.S.O.:

	ESTIMACIÓN EN CÁLCULO		ESTIMACIÓN EN MEDIDA
	Cálculo mental	Problemas	Magnitudes
Editorial 1	95%	5%	0%
Editorial 2	30%	35%	35%
Editorial 3	50%	30%	20%
Editorial 4	32%	28%	40%
Editorial 5	75%	0%	25%
Editorial 6	8%	17%	75%

Los porcentajes de la tabla anterior se refieren a la relación entre ejercicios rutinarios, sin propuesta de estrategias y a problemas de estimación.

5.3. Definiciones

Resumimos el tratamiento de las definiciones de los conceptos relacionados con la estimación, de las diferentes editoriales analizadas:

	Estimación	Aproximación	Redondeo	Truncamiento	Error
Editorial 1	No	No	No	No	No
Editorial 2	No	No	Sí (C)	Sí (C)	No
Editorial 3	No (I)	No (I)	No (I)	No	No (I)
Editorial 4	Sí	No (I)	Sí	No	No
Editorial 5	Sí (sp)	Sí (sp)	Sí (sp)	Sí (sp)	No
Editorial 6	No (I)	No	Sí	No	Sí

C: definición confusa

sp: definición imprecisa

I: aproximación intuitiva a la definición, mediante ejemplos

5.4. Problemas de estimación y estrategias concretas

En la siguiente tabla, se clasifican las diferentes categorías de problemas que contemplan, o no, los textos de primer curso de las editoriales analizadas.

	Tanteo	Aproximación	Redondeo	Truncamiento	Medias aproximadas	Error
Editorial 1	Sí	Sí	No	No	No	No
Editorial 2	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Editorial 3	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Editorial 4	No	Sí	Sí	No	Sí	No
Editorial 5	Sí	Sí	No	No	Sí	No
Editorial 6	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí

La contextualización de los ejercicios y problemas relacionados con la estimación, y las estrategias usadas por los diferentes textos analizados, o la ausencia de éstas-, queda resumida en la siguiente tabla:

Editorial 1	2 problemas aritméticos por tanteo y 1 problema sobre cálculo por aproximaciones sucesivas de la raíz cuadrada. No se proponen estrategias para estimar.
Editorial 2	Se proponen algunas de las estrategias adecuadas para Cálculo Mental. Los ejercicios propuestos están descontextualizados.
Editorial 3	Estimación en cálculo: ejemplificaciones sin estrategias concretas. Estimación en medida: aparecen situaciones significativas para la estimación.
Editorial 4	Ejercicios y problemas de estimación significativos. Aparecen estrategias concretas para estimar, en cálculo y medida.
Editorial 5	3 problemas relacionados con la estimación (1 de ellos contextualizado). No se indica ningún tipo de estrategia para estimar.
Editorial 6	Se sugieren estrategias para aproximar números decimales. En relación con la Medida, la única estrategia que aparece hace mención a secuencias de pasos. Presenta problemas contextualizados.

5.5. Utilización de vocablos

Resumimos, a continuación, el análisis del significado de los conceptos relacionados con la estimación que incluyen los libros de texto de primer curso de E.S.O.

	Estimación	Tanteo	Aproximación	Redondeo	Truncamiento	Error
Editorial 1	Sin significado	Significado parcial	Descontextualizada	Sin significado	Sin significado	Sin significado
Editorial 2	Sin significado	Sin significado	Sin significado	Significado parcial	Significado parcial	Significado parcial
Editorial 3	Significado parcial	Sin significado	Significado parcial	Significado parcial	Sin significado	Significado parcial
Editorial 4	Adecuado	Sin significado	Adecuado	Adecuado	Sin significado	Adecuado
Editorial 5	Sin significado	Sin significado	Significado parcial	Confusa	Confusa	Sin significado
Editorial 6	Adecuado	Sin significado				

Aclaremos la terminología empleada: a) *Sin significado*: no se definen ni se realizan aproximaciones intuitivas al concepto, b) *Significado parcial*: solo se abordan de forma intuitiva algunos contextos muy particulares que dotan de significado al concepto, omitiendo otros; c) *Descontextualizada*: se introducen definiciones abstractas fuera de todo contexto significativo para el alumno; d) *Confusa*: se observan contradicciones o falta de precisión en la definición de los términos, que originan confusión entre ellos.

Se aprecia una ligera mejora, en los libros de texto de 2° curso de las editoriales 3 y 4, en cuanto al tratamiento del significado de algunos conceptos ligados a la estimación.

6. CONCLUSIONES

1. Los libros de 1° y 2° de la E.S.O. publicados por la Editorial 1, predominante en una amplia mayoría de colegios -sobre todo de los colegios públicos-, hace un tratamiento de la Estimación muy escaso y poco elaborado. Parece asociar estimación a la propuesta de ejercicios de cálculo mental, sin exponer estrategias, sin aportar definiciones ni situaciones significativas, si exceptuamos algunos ejercicios de tanteo y alguna situación totalmente descontextualizada. Podríamos afirmar que aporta una visión negativa de la Estimación y sus conceptos asociados, minusvalorando su aportación a la educación matemática.

2. En general, los textos de Matemáticas para el primer ciclo de la E.S.O., utilizados en el área de Santiago, muestran serias carencias en el tratamiento de la estimación, de los conceptos asociados y en las propuestas de situaciones y estrategias para desenvolver el significado de la estimación en cálculo y medida. Además, los textos de la Editorial de uso ampliamente mayoritario entre los

estudiantes de este nivel, en esta zona, son los que presentan más deficiencias en el planteamiento didáctico de esta temática.

3. Teniendo en cuenta el importantísimo papel que ejercen los libros de texto sobre el tratamiento didáctico que se propone en las aulas □sobre todo en los colegios, parece evidente que la estimación sigue a sufrir un importante déficit educativo, con respecto a otras áreas de la Matemática básica.

REFERENCIAS

- ABC de la Educación*. Martes 14-4-1997, pág. 55.
- FIELKER, D. (1988). Uso de la calculadora en educación matemática. *Actas del 1º Simposio Galego de Educación Matemática*, pp. 19-23. Santiago de Compostela.
- NCTM (1991). *Estándares Curriculares y de la Evaluación para la Educación*.
- SEGOVIA, I., y otros (1988). *Estimación en Cálculo y Medida*. Madrid. Síntesis.
- SWORDER, J. (1988). Mental computation and number comparison: their roles in que development of number sense and computational estimation. En J. HIEBERT y M. BEHR. *Number concepts and operations in the middle grades*. Vol. 2. NCTM.
- SWORD, J.; WHEELER, M. (1989). The development in computational of concepts and strategies used in computational estimation. En *Journal for Research in Masthematics Education*, 20 (2), 130-146.
- XUNTA DE GALICIA (1996). *Deseño Curricular Base Matemáticas*. Educación Secundaria Obligatoria, 2ª edición. Tórculo. Santiago de Compostela.
- LIBROS DE TEXTO. Alhambra, Anaya, Bahía, Bruño, Edelvives, Editex, McGraw Hill, Rodeira, Santillana, S.M., Trisquel, 1º y 2º curso de E.S.O..