

Aplicación de la teoría de la elaboración a la enseñanza de la estadística

César Sáenz Castro

Todas las personas que están relacionadas con la educación poseen ciertas ideas, más o menos explícitas, acerca de cómo se debe enseñar. Si estas ideas se contemplan en su conjunto constituyen lo que podría llamarse un modelo de enseñanza, bajo el que subyace forzosamente una determinada concepción de cómo se aprende. Un modelo de enseñanza es el rompecabezas donde convergen todas las ondas problemáticas del proceso de enseñanza-aprendizaje: los problemas de la propia disciplina a enseñar, del aprendizaje de los alumnos, de las actividades didácticas y de los medios y recursos tecnológicos.

La presencia inevitable de un determinado modelo de enseñanza en cualquier tipo de actividad docente no significa que ese modelo sea el adecuado, ni desde el punto de vista de los métodos de enseñanza que conlleva, ni desde la concepción del aprendizaje en la que se cimienta. De hecho, los modelos de enseñanza de que disponen muchos profesionales de la educación (incluidos los profesores de matemáticas)

La presencia de un determinado modelo de enseñanza en cualquier tipo de actividad docente no significa que ese modelo sea el adecuado ni teórica ni metodológicamente.

son extremadamente pobres, cuentan con numerosos elementos erróneos o irrelevantes y omiten la mayoría de los hallazgos habidos en disciplinas como la Psicología del Aprendizaje y de la Instrucción y en la investigación realizada en el campo de la Educación Matemática.

En los últimos tiempos se ha desarrollado con fuerza una disciplina aplicada a la que se ha dado el nombre de Ciencia de la Instrucción o Diseño Instruccional, relacionada con la Inteligencia Artificial y el diseño de sistemas tutoriales inteligentes, que vincula las teorías del aprendizaje con la práctica educativa y que tiene como objetivo desarrollar teorías de enseñanza de las que puedan derivarse modelos docentes idóneos (Gagné, 1987).

En este artículo describiremos una de estas teorías, la Teoría de la Elaboración (Reigeluth y Curtis, 1987), y la aplicaremos para establecer un modelo de enseñanza de la Estadística Elemental. Es una teoría prescriptiva, por tanto dice cómo hay que enseñar. Muchas de las ideas-fuerza de esta teoría (por ejemplo, el uso de analogías) son conocidas y admitidas por la mayoría del profesorado de matemáticas, sin embargo, al carecer de un buen diseño de su enseñanza, no forman parte de su práctica educativa cotidiana. Precisamente, la Teoría de la Elaboración establece un marco teórico-práctico muy adecuado para fundamentar y organizar ese conjunto de ideas, ayudando al profesor de matemáticas a diseñar un buen programa de intervención en el aula.

1. La teoría de la elaboración

Posiblemente sea la teoría de la elaboración de Reigeluth (Reigeluth y Stein, 1983; Reigeluth y Curtis, 1987) la que genere los modelos de diseño más y mejor desarrollados a un nivel macro-organizativo. La teoría de la elaboración, a su vez, está fuertemente emparentada con la teoría clásica de Gagné y Briggs (1974) que se ha convertido en un punto de referencia obligado para la mayor parte de las teorías de la enseñanza actuales, tanto a nivel macro como micro-organizativo. Asimismo, muchos de los elementos de la teoría de la asimilación de Ausubel (1968) se pueden integrar o interpretar desde la teoría de la elaboración.

La teoría de la elaboración incluye los siguientes componentes estratégicos:

1. La secuencia de elaboración
2. La secuencia de prerrequisitos de aprendizaje
3. El sumario o resúmen
4. El sintetizador
5. La analogía
6. El activador de tácticas y estrategias
7. El control del aprendizaje

Nótese que en esta enumeración de componentes estratégicos falta un componente estratégico bastante decisivo, como es el componente motivacional. La razón de esta ausencia es que en la teoría de elaboración

este componente estratégico no tiene un carácter distinto del que posee en cualquier otra teoría de la enseñanza; no se trata, pues, de que no se reconozca su importancia. Es, por tanto, un componente que debe estar siempre presente en cualquier modelo de diseño derivado de la teoría de la elaboración.

Aparicio (1992) analiza en detalle los siete componentes estratégicos enunciados. En este artículo nos centramos en una ejemplificación de su utilización en dos fases muy importantes del proceso de enseñanza-aprendizaje: a) en la selección y secuenciación de contenidos de un curso de Estadística en la Enseñanza Secundaria (Qué y Cuándo enseñar); b) en el desarrollo de una lección específica, medidas de centralización, dentro de dicho curso (Cómo enseñar).

1.1. La secuencia de elaboración para un curso de Estadística de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO)

En el currículo oficial español de la ESO (12-16 años) aparecen los siguientes contenidos relacionados con la Estadística:

Conceptos

1. Obtención de información sobre fenómenos aleatorios:
 - Las muestras y su representatividad.
 - Frecuencias absolutas, relativas y porcentuales.
 - Gráficas estadísticas usuales.

2. Parámetros estadísticos:

- Los parámetros centrales y de dispersión como resumen de un conjunto de datos estadísticos.
- Algoritmos para calcular parámetros centrales y de dispersión sencillos.

Procedimientos

1. Utilización de distintos lenguajes:

- Utilización e interpretación del lenguaje gráfico, teniendo en cuenta la situación que se representa y utilizando el vocabulario y los símbolos apropiados.
- Utilización e interpretación de los parámetros de una distribución y análisis de su representatividad en relación con el fenómeno a que se refieren.

2. Algoritmos y destrezas:

- Utilización de distintas fuentes documentales (anuarios, revistas, etc.) para obtener información de tipo estadístico.
- Análisis elemental de la representatividad de las muestras estadísticas.
- Elección de los parámetros más adecuados para describir una distribución en función del contexto y de la naturaleza de los datos y obtención de los mismos utilizando los algoritmos tradicionales o la calculadora.
- Detección de falacias en la formulación de proposiciones que utilizan el lenguaje estadístico.

- Construcción de gráficas a partir de tablas estadísticas.
 - Detección de errores en las gráficas que afectan a su interpretación.
3. Estrategias generales:
- Planificación y realización individual y colectiva de tomas de datos utilizando técnicas de encuesta, muestreo, recuento y construcción de tablas estadísticas.
 - Formulación de conjeturas sobre el comportamiento de una población de acuerdo con los resultados relativos a una muestra de la misma.

Actitudes

1. Referentes a la apreciación de las matemáticas:
 - Reconocimiento y valoración de la utilidad de los lenguajes gráfico y estadístico para representar y resolver problemas de la vida cotidiana y del conocimiento científico.
 - Valoración de la incidencia de los nuevos medios tecnológicos en el tratamiento y representación gráfica de informaciones de índole muy diversa.
 - Sensibilidad, interés y valoración crítica del uso de los lenguajes gráfico y estadístico en informaciones y argumentaciones sociales, políticas y económicas.
2. Referentes a la organización y hábitos de trabajo:
 - Reconocimiento y valoración del trabajo en equipo como la manera más

- eficaz para realizar determinadas actividades (planificar y llevar a cabo experiencias, tomas de datos, etc.).
- Sensibilidad y gusto por la precisión, el orden y la claridad en el tratamiento y presentación de datos y resultados relativos a observaciones, experiencias y encuestas.

Para organizar la enseñanza de estos contenidos vamos a aplicar los principios prescritos por la Teoría de la Elaboración:

- 1) Decidimos cuáles son las metas del curso en función de lo que pensamos que puede ser el sentido de la asignatura para los alumnos. En otras palabras, pensamos en cómo responder a la probable pregunta de los alumnos: ¿Para qué sirve esta asignatura de estadística?
- 2) Decidimos acerca del tipo de contenido organizante. Como ya hemos explicado, esta decisión depende de las metas. Nosotros escogemos como contenido organizante los procedimientos porque nuestro objetivo principal de enseñanza es que los alumnos aprendan "el cómo" utilizar las herramientas estadísticas para resolver problemas de la vida cotidiana y científica. Por supuesto que queremos que aprendan los conceptos de Estadística pero no sólo como conocimiento declarativo sino también como conocimiento procedimental.
- 3) La secuencia organizante va del procedimiento más simple de la Estadística

Descriptiva a este nivel, que es el de agrupar datos y calcular frecuencias, al procedimiento más complejo que es el diseño y tratamiento estadístico de una encuesta. Este procedimiento complejo exige el dominio de procedimientos más simples como son la elección de medidas de centralización y dispersión adecuadas, por un lado, y el procedimiento de muestreo que lleva a obtener una muestra representativa, por otro. Por eso, estos procedimientos más simples aparecen antes en la secuencia elaborativa.

- 4) Los conceptos, principios y procedimientos que no forman parte del contenido organizante pero se necesitan para aprenderlo, constituyen el contenido de apoyo. Por ejemplo, para saber elegir en un caso concreto qué medida de centralización es la adecuada, los alumnos han de conocer los conceptos de media, mediana y moda. Pero, de nuevo, insistimos en que el objetivo que nos marcamos, la meta de nuestra enseñanza, no es que los alumnos sepan las definiciones de media,

mediana y moda (conceptos de apoyo), ni siquiera que sepan calcularlas (procedimientos de apoyo). En nuestro caso esos conocimientos son medios para alcanzar el fin propuesto: que los alumnos sepan elegir y utilizar la medida de centralización adecuada a cada problema concreto (contenido organizante).

- 5) La organización de la enseñanza ha de procurar introducir los prerrequisitos de aprendizaje de una idea sólo cuando verdaderamente los necesita el alumno para aprender esa nueva idea. Por eso se reducen al mínimo los requerimientos previos al curso de estadística (sólo se exige el dominio del concepto de porcentaje) y los demás prerrequisitos se van introduciendo a través del contenido de apoyo (por ejemplo, el concepto de variable).

En resumen, en la Tabla I presentamos una posible secuencia organizativa del curso de Estadística para la ESO, estructurada en 2 niveles de elaboración (además del epítome, E) y 8 lecciones (L):

Tabla 1

N	CONTENIDO ORGANIZANTE		CONTENIDO DE APOYO		PRERREQUISITOS
	PROCEDIMIENTOS	CONCEPTOS	PRINCIPIOS	PROCEDIMIENTOS	
E 1	Agrupación de datos Cálculo de frecuencias relativas (Fr)	Marca de clase Variable cualitativa Variable cuantitativa	$0 \leq Fr \leq 1$ $\sum Fr = 1$	Convertir Fr en porcentajes	Porcentaje
2	Selección y construcción de una gráfica a partir de una tabla y viceversa	Diagrama de barras Diagrama de sectores Polígono de frecuencias Histograma			
3	Interpretación de los resultados de una encuesta				
1	Elección de una (o más) medida de centralización adecuada	Moda Mediana Media		Cálculo de las medidas de centralización	
5	Elección de una (o más) medida de dispersión adecuada	Rango Desviación media Varianza Desviación típica	Criterio de normalidad	Cálculo de las medidas de dispersión	
6	Elección del procedimiento de muestreo	Muestra Población Muestra representativa Tamaño de la muestra			
2	Diseño de una encuesta			Objetivo encuesta Variables Redacción ítems Técnica de muestreo	
8	Tratamiento estadístico de los resultados de una encuesta			Manejo de software estadístico	

1.2. El sumador o recopilador

Un ejemplo de recopilador para la lección 4 (medidas de centralización) del curso de estadística cuya secuencia de elaboración acabamos de presentar en la tabla I, es el siguiente:

Datos, x_j	1	2	3	4	5
Frecuencias absolutas, e_j	10	5	7	4	1

Media:

$$X = (e_1 x_1 + e_2 x_2 + \dots + e_n x_n) / (e_1 + e_2 + \dots + e_n)$$

siendo e_1, e_2, \dots, e_n las frecuencias absolutas de los datos x_1, x_2, \dots, x_n .

Mediana: una vez ordenados los datos, es aquel que queda en medio.

Moda: es el dato, o marca de clase, de mayor frecuencia absoluta.

Por ejemplo, en la siguiente distribución:

Media:

$$x = (1 \times 10 + 2 \times 5 + 3 \times 7 + 4 \times 4 + 5 \times 1) / 27 = 62 / 27 = 2,30.$$

Mediana = 2, porque es el dato que divide a la distribución en dos mitades.

Moda = 1, porque es el dato de mayor frecuencia absoluta.

1.3. El Sintetizador

Un ejemplo de sintetizador para la lección 4 (medidas de centralización) del curso de estadística que estamos presentando es el siguiente:

	variable cuantitativa cerrada (sin valores extremos)	variable cuantitativa cerrada (con valores extremos)	variable cuantitativa abierta	variable cualitativa ordenable	variable cualitativa no ordenable
media	conviene usarla	se puede usar	no se puede calcular	no se puede calcular	no se puede calcular
mediana	se puede usar	conviene usarla	conviene usarla	conviene usarla	no se puede calcular
moda	se puede usar	se puede usar	se puede usar	se puede usar	se puede usar

1.4. La analogía

Pongamos un ejemplo de conocimiento analógico en el curso de Estadística que estamos estructurando. La media aritmética es un concepto básico para el desarrollo de la Estadística (Descriptiva e Inferencial). Nuestros alumnos tienen contacto muy pronto con la media. A pesar de ello, en diversas investigaciones se ha encontrado que los estudiantes tienden a usar mecánicamente un algoritmo al que no dan significado, lo que acarrea diversas dificultades, p. ej., cuando tienen que calcular medias de un conjunto de datos con distinto peso. Tormo (1995) ilustra esta dificultad con el siguiente ejercicio: *"Un estudiante ha obtenido un 6 en un examen de matemáticas correspondiente a la materia impartida durante 2 meses. El mismo estudiante sacó un 8 en la materia impartida durante 4 meses. ¿Qué nota media le pondrías?"* Algunos alumnos responden $(6+8)/2$, dando el mismo peso a una nota que a otra, y otros responden que $(6+8)/6$ y ante lo irrazonable del resultado no saben qué hacer.

En esta línea destacamos la investigación de Mevarech (1983) que señala que algunos estudiantes actúan como si el conjunto de datos con la operación de la media tuviese estructura de grupo. Por ejemplo, aplican la propiedad asociativa y así, al calcular la media de 4 valores hallan la media de 2 de ellos y promedian este resultado con el resto de los datos. También funcionan con elemento neutro, por lo que si

tenemos una serie de datos con una media determinada y se añade un nuevo dato que es el 0, piensan que la media no cambia.

Pues bien, para comprender en profundidad el significado de la media, Winter (1983) sugiere la utilización de la analogía matemática de este concepto con el concepto de centro de gravedad. Por otro lado, un diagrama que se suele usar en los libros de estadística es el que representa la media mediante el fulcro de una balanza donde los datos son pesos iguales colocados a una distancia marcada por esos valores. La media sería el momento de los pesos o el punto alrededor del cual las desviaciones se anulan. Estos ejemplos utilizados en la enseñanza de un concepto problemático como es el de la media muestran la potencia del conocimiento analógico.

1.5. El activador de tácticas y estrategias

A continuación presentamos una serie de ejercicios que hemos extraído de un libro de texto sobre un Curso Inicial de Estadística en la Secundaria (Grupo Azarqui, 1985), y que pueden servir de ejemplo de enseñanza de diversas tácticas y estrategias de aprendizaje incorporadas al contenido disciplinar que estamos trabajando en este artículo (las medidas de centralización). La idea que defendemos aquí es que el profesor debe trabajar siempre en la perspectiva de no enseñar sólo los contenidos matemáticos

correspondientes sino debe preocuparse también de adiestrar a sus alumnos en las tácticas y estrategias del quehacer matemático experto:

- 1) Entrenamiento en medidas y cálculos a ojo: utilización de la media para la medida aproximada de longitudes.

"Cada alumno calcula a ojo la longitud de la pizarra y sin decirse a nadie, escribe este número en un papel. Hace lo mismo con la anchura. Entre todos los alumnos se efectuará un recuento de medidas que se recogerá en dos tablas. A cada alumno se le dice:

a) Calcula la media de las dos tablas por separado.

b) Como, probablemente, varios de tus compañeros hayan dado la misma medida, agrúpalas haciendo una tabla en la que figuren medidas dadas y sus efectivos correspondientes. Calcula de nuevo la media, de una manera más rápida que antes, utilizando esta última tabla".

- 2) Entrenamiento en la definición de conceptos matemáticos con palabras propias del alumno:

"En una empresa se escogieron al azar cinco de sus empleados para hacer un estudio sobre sus sueldos, obteniéndose estos resultados:

<i>j. Empleado</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
<i>Sueldo (euros/mes)</i>	600	500	700	570	2.100

a) Calcula el sueldo medio de estos cinco empleados: x .

b) Según la idea que se tiene de la media, podríamos decir que "la mayoría de esos cinco empleados cobra un sueldo cercano a x euros/mes". ¿Crees que los cinco empleados estarán de acuerdo con esta afirmación? ¿Cuántos no lo estarán?

c) ¿Qué empleado ocupa la posición central si los ordenamos por su sueldo? ¿Cuánto gana ese empleado central? Llamaremos Me a su sueldo.

d) Si en la frase entrecomillada del apartado b) cambiamos x por Me ¿Estarán ahora más de acuerdo con ella los empleados?, ¿cuántos estarán de acuerdo?

e) ¿Cuál es la causa de que la media no sea representativa en este problema? ¿Podrías escribir otra serie de cinco números en la que ocurra algo parecido?

f) Esta "Me" que ha aparecido últimamente, se denomina MEDIANA: ¿Cómo la definirías?, ¿Cómo la calcularías?"

"Estudio de una variable cualitativa: el color del jersey. Un alumno saldrá a la pizarra e irá escribiendo en una tabla los colores de los jerseys de sus compañeros.

a) ¿Qué color está de moda hoy en clase?

- b) Calcula la media, ¿encuentras alguna dificultad?
- c) Calcula la mediana, ¿encuentras alguna dificultad?
- d) ¿Qué criterio se ha seguido para ordenar los colores en la tabla?, ¿podrías escribirlos en otro orden igualmente razonable?"

"Del color de moda del ejercicio anterior se dice que es la MODA de su distribución. ¿Cuál es la moda de la distribución siguiente?:

Valor observado	x	y	z	t	u
efectivo	8	15	13	7	12

Define la moda de una distribución cualquiera, en general".

1.6. El control del aprendizaje

NCTM (1993) afirma que la evaluación es un instrumento idóneo para ayudar al alumno a controlar su propio aprendizaje, cuando se entiende como un proceso dinámico que continuamente produce información sobre el progreso del alumno y no sólo como un método de calificarlo. En este sentido consideramos muy apropiado el marco que ofrece Garfield (1995) para la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística; se compone de cinco dimensiones: Qué se evalúa, Propósito de la evaluación, Quién evalúa, Método de evaluación y Acción/Feedback

que se toma. Presenta varios ejemplos de actividades de evaluación para ilustrar dichas dimensiones. Nosotros seleccionamos uno de ellos (Tabla II) que tiene que ver con la lección 4 (medidas de centralización) sobre la que nos estamos apoyando en este artículo:

Tabla II

- Qué: Comprensión de los alumnos de las medidas de posición central.
- Propósito: Evaluar la comprensión de las medidas de posición central y dar una puntuación sumativa a los estudiantes por su trabajo sobre este tema.
- Método: Evaluación mediante un dossier o portafolios (Crowley, 1993). Se pide a los alumnos que seleccionen muestras de su trabajo sobre medidas de posición central y las entreguen dentro de una carpeta; además deben escribir un breve resumen explicando por qué seleccionaron cada ejemplo y deben dar su propia opinión sobre la calidad global de su trabajo en esta unidad didáctica.
- Quién: El profesor revisa los dossiers y completa una hoja de calificación para cada uno.
- Acción / Feedback: Se devuelven las carpetas a los estudiantes con la hoja de calificación. Se les pide que repasen los puntos débiles o los errores que han cometido y que entreguen una tarea de recuperación que demuestre su comprensión de estos tópicos.

2. Conclusión

Hablando en términos de la teoría de la elaboración, en este artículo hemos presentado el epítome de un curso (o asignatura) cuyo contenido es precisamente la propia teoría de la elaboración y su aplicación al diseño de la enseñanza de matemáticas. En otras palabras, hemos pretendido hacer una introducción de los elementos fundamentales de dicha teoría ejemplificándolos en la organización de un curso de Estadística elemental.

El motivo de creer que la teoría de la elaboración resulta de especial utilidad para los profesores de matemáticas radica en el conocimiento de las dificultades específicas que implica la enseñanza de las matemáticas y en la razonable posibilidad de que puedan ser superadas con un diseño de la instrucción basado en la teoría de la elaboración. En efecto, hay acuerdo en el campo de la Educación Matemática sobre diversos factores que hacen a las matemáticas una asignatura difícil de aprender y de enseñar:

- 1) El carácter fuertemente jerarquizado de la disciplina. El edificio matemático se va construyendo desde la base y necesita, de forma continua, recurrir a un sólido andamiaje o estructura de apoyo. Una dificultad que nos encontramos los profesores cuando queremos enseñar determinada idea matemática es que ésta necesita para su aprendizaje
- unos determinados conocimientos previos o prerrequisitos de aprendizaje que muchos alumnos no poseen. Precisamente los dos primeros componentes estratégicos de la teoría de la elaboración (la secuencia de elaboración y la secuencia de prerrequisitos de aprendizaje), muy fundamentados en los últimos hallazgos de la ciencia cognitiva, pueden ser una herramienta muy útil para superar esta dificultad.
- 2) El carácter abstracto, alejado de la experiencia cotidiana de los alumnos, de muchos de los contenidos matemáticos. Expertos en Educación Matemática, como Polya (1954) o Fischbein (1987), defienden el trabajo con modelos analógicos de dichos contenidos para mejorar su comprensión. La teoría de la elaboración prescribe como uno de sus componentes estratégicos la utilización de analogías de forma explícita en la enseñanza.
 - 3) El aprendizaje de las ideas matemáticas tiene siempre una fuerte dimensión procedimental. No se trata de aprender conceptos o teoremas de forma memorística sino de aplicarlos a la resolución de problemas. Pero, como afirma Schoenfeld (1992), la conducta experta de resolución de problemas no sólo se caracteriza por el dominio de determinados contenidos matemáticos sino también por la utilización adecuada de heurísticos y estrategias de razonamiento y por un equilibrado desarrollo de las capacidades metacognitivas y

actitudinales. En este sentido, la presencia ineludible en la enseñanza del activador de tácticas y estrategias que prescribe la teoría de la elaboración, garantiza el adiestramiento en estas componentes que caracterizan la resolución experta de problemas matemáticos. 4) En Matemáticas es difícil "aprender a aprender". Parece ser que la presencia del profesor, en el marco de una enseñanza fuertemente directiva, es condición necesaria (aunque no suficiente) para el aprendizaje de los alumnos. Múltiples investigaciones realizadas dentro del paradigma conocido como "enseñanza por descubrimiento" muestran la dificultad de que los alumnos

produzcan su propio conocimiento matemático en lugar de recibirlo ya elaborado. Pues bien, la componente estratégica llamada "el control del aprendiz" enfatiza las posibilidades que emergen de un buen formateo de la enseñanza (tal como prescribe la teoría de la elaboración) a la hora de desarrollar esta capacidad de aprender a aprender.

En definitiva, pensamos que conviene explorar las posibilidades que ofrece la teoría de la elaboración para realizar diseños de enseñanza eficaces en matemáticas y a esa tarea invitamos al profesorado de matemáticas.

Referencias

- APARICIO, J. J. (1992). La psicología del aprendizaje y los modelos de diseño de enseñanza: la teoría de la elaboración. *Tarbiya*, 1-2, 19-44.
- AUSUBEL, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- CROWLEY, M. L. (1993). Student Mathematics Portfolio: More Than a Display Case. *The Mathematics Teacher*, 87, 544-547.
- FAST, G. (1997). Using Analogies to Overcome Student Teachers' Probability Misconceptions. *Journal of Mathematical Behavior*, 16 (4), 325-344.
- FISCHBEIN, E. (1987). *Intuition in science and mathematics. An educational approach*. Dordrecht: Reidel.
- GAGNÉ, R. M. (1987). *Instructional Technology: Foundations*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- GAGNÉ, R. M. y BRIGGS, L. J. (1974). *Principles of Instructional Design*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- GARFIELD, J. (1995). La evaluación del aprendizaje de la estadística. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 5, 5-14.

- GRUPO AZARQUIEL (1985). *Curso Inicial de Estadística en el Bachillerato*. Madrid: Ediciones de la UAM.
- MEVARECH, Z. (1983). A deep structure model of students statistical misconceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 14. 415-429.
- NCTM (1993). *Assessment Standards for School Mathematics: Working Draft*. Reston, VA: NCTM.
- PIMM, D. (1987). *Speaking mathematically. Communication in Mathematics Classrooms*, London: Routledge & Kegan Paul. Traducción española: *El lenguaje matemático en el aula*, Madrid: MEC- Morata, 1990.
- PÓLYA, G. (1954). *Induction and analogy in mathematics*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- REIGELUTH, C. M. y Curtis, R. V. (1987). Learning situations and instructional models. En R.M. Gagné (Ed.), *Instructional Technology: Foundations*. Hillsdale, NJ: LEA.
- REIGELUTH, C. M. y Stein, F. S. (1983). The elaboration theory of instruction. En C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*. Hillsdale, NJ: LEA.
- SCHOENFELD, A. H. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense-Making in Mathematics. En D.A. Grouws (editor), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Nueva York: McMillan, 334-389.
- TORMO, C. (1995). Dificultades del alumnado respecto a la media aritmética. *UNO, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 5. 29-36.
- WINTER, H. (1983). Why Teach Descriptive Statistics in Secondary School? *Proceedings of the First International Conference on Teaching Statistics*, 1. 127-143.

Resumen

A partir de la constatación de que muchas veces los modelos de enseñanza de los profesores son conceptualmente pobres ha surgido una disciplina aplicada, a la que se ha dado el nombre de Ciencia de la Instrucción o Tecnología Instruccional (Gagné, 1987), que tiene como objetivo desarrollar teorías de las que puedan derivarse modelos docentes idóneos.

En este artículo describimos una de estas teorías, la Teoría de la Elaboración (Reigeluth y Stein, 1983; Reigeluth y Curtis, 1987), que nos parece muy eficaz para organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas por varias razones que expondremos. En concreto, basándonos en la Teoría de la Elaboración haremos una estructuración y secuenciación de un curso de Estadística para la Enseñanza

Secundaria y un análisis de una lección concreta de ese curso (las medidas de centralización).

Palabras clave: Diseño de Enseñanza, Teoría de la Elaboración, Enseñanza de la Estadística.

Abstract

As it is commonly known, many teachers use ineffective teaching strategies. As a result of this, a new applied discipline, named "Instruction Science" (Gagné, 1987), is gaining strength. Its aim is to develop theories that can be used to formulate effective teaching models to be applied in practice.

In this article, we describe one of these theories, the Elaboration Theory (Reigeluth and Stein, 1983; Reigeluth and Curtis, 1987) which we find very effective in coordinating teaching-learning strategies applied to Mathematics. To conclude, using the Elaboration Theory, we have structured a course on Statistics at a secondary education level, followed by the analysis of a teaching unit from the course (Measures of Central Tendency).

Key words: Teaching Design, Elaboration Theory, teaching Statistics.

César Sáenz Castro

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)

Universidad Autónoma de Madrid

28049 Madrid

cesar.saenz@uam.es