

COMPARACIÓN DEL INCREMENTO DE APRENDIZAJE OBTENIDO AL UTILIZAR MAPAS CONCEPTUALES Y CMAPTOOLS EN EL ESTUDIO DE DOS TEMAS DIFERENTES, PERO DE NIVEL DE CONTENIDO CONCEPTUAL EQUIVALENTE

Guadalupe Martínez, Ángel Luis Pérez, M^a Isabel Suero & Pedro J. Pardo, Universidad de Extremadura, España

Email: mmarbor@unex.es

Abstract. La pregunta de enfoque que ha guiado el trabajo de investigación que se presenta en esta comunicación ha sido la siguiente: Para temas de estudio de nivel de contenidos conceptuales equivalente, ¿el incremento de aprendizaje obtenido gracias a la utilización de los mapas conceptuales y Cmaptools depende del tema estudiado? En la presente investigación se ha llevado a cabo un estudio experimental para determinar y comparar el incremento de aprendizaje que obtienen los alumnos al utilizar mapas conceptuales y CmapTools en el estudio de dos temas de un nivel de contenidos conceptuales equivalentes. Los temas elegidos han sido “Fibras Ópticas” (tema 1) y “Partículas Fundamentales de la Materia” (tema 2). El diseño de la investigación ha sido cuasi experimental con post-test, con cuatro grupos de alumnos, dos de ellos experimentales y los otros dos de control. Cada grupo ha estado formado por 57 alumnos de la Facultad de Ciencias y de diversos Másteres de postgrado de la Universidad de Extremadura (España). Los dos grupos experimentales han utilizado como metodología didáctica un modelo de conocimiento con mapas conceptuales realizados por el profesor con CmapTools. El grupo experimental 1 ha estudiado el tema referente a las fibras ópticas y el grupo experimental 2 ha estudiado el tema de las partículas fundamentales de la materia. Los dos grupos de control no han utilizado los mapas conceptuales en su proceso de aprendizaje y han estudiado respectivamente los temas señalados mediante textos facilitados por el profesor. Como instrumento de evaluación se ha diseñado un test de tipo dicotómico compuesto por 100 ítems para cada tema con un nivel de exigencia equivalente para ambos. Los test se pasaron a modo de post-test a los cuatro grupos de trabajo. Con los datos recogidos en los test, se ha realizado un análisis comparativo entre el incremento de aprendizaje obtenido por los alumnos de los grupos experimentales frente a sus respectivos grupos de control. El análisis estadístico realizado nos ha permitido afirmar que el incremento de aprendizaje conseguido al utilizar los mapas conceptuales en el estudio de dos temas distintos (pero de niveles equivalentes de contenido conceptual) es similar.

1 Introducción

Los mapas conceptuales son muy utilizados en los diferentes niveles educativos al permitir una mejor asimilación de los conceptos de un determinado tema mediante la elaboración de proposiciones nuevas que se integran en la estructura cognitiva ya existente, originando un aprendizaje significativo (Ausubel, D. P., 1982; Pérez, Suero, Montanero & Pardo, 2001). En los últimos años, los mapas conceptuales se han convertido en una herramienta eficaz para que los alumnos construyan su conocimiento mediante la organización y jerarquización de contenidos conceptuales (Novak & Gowin, 1984). El programa informático CmapTools facilita la construcción de los mapas conceptuales permitiendo que el alumno organice y estructure con facilidad los contenidos de un tema por lo que resultan de utilidad para el estudio de determinadas materias sobretodo si presentan un alto contenido conceptual (Cañas et al., 2004; Pérez, Suero, Montanero & Pardo, 2004). El objetivo general de esta investigación ha sido determinar si el incremento de aprendizaje que se obtiene al utilizar los mapas conceptuales en el estudio de dos temas con un nivel de contenidos conceptuales parecido, es diferente o similar en función de cual sea la materia objeto de estudio. Para conseguir este objetivo se determinó experimentalmente el incremento de aprendizaje obtenido por los alumnos al utilizar los mapas conceptuales para estudiar las “Fibras Ópticas” (tema 1) y en el estudio de las “Partículas Fundamentales de la Materia” (tema 2). Los resultados obtenidos con el estudio estadístico comparativo realizado han puesto de manifiesto que, el tema estudiado no influye significativamente en el incremento de aprendizaje obtenido, siempre que se comparen temas que tenga un nivel de contenidos conceptuales parecidos.

2 Métodos

El diseño de la investigación llevada a cabo ha sido de tipo cuasi-experimental con post-test y grupo de control. Para ello se han utilizado 4 grupos de alumnos, dos de ellos de control (G.C.) y los otros dos experimentales (G.E.). Los grupos de control 1 y 2 han estudiado sin la utilización de los mapas conceptuales los temas 1 y 2 respectivamente. Los grupos experimentales 1 y 2 han utilizado los mapas conceptuales realizados por el profesor con el programa

Cmaptools para el estudio de los temas señalados.

El primer tema elegido fue el de las “Fibras Ópticas”. En la comunicación “Determinación experimental del incremento de aprendizaje obtenido mediante la utilización de mapas conceptuales y CmapTools. Comparación de la cantidad de aprendizaje obtenido en el estudio de las fibras ópticas utilizando mapas conceptuales y sin utilizarlos”, se describe como se obtuvo el incremento de aprendizaje conseguido al utilizar los mapas conceptuales. El segundo tema que se eligió fue el de las “Partículas Fundamentales de la Materia” por ser un tema con un nivel de contenido conceptual similar al de las Fibras ópticas. Ambos temas no habían sido estudiados con anterioridad a este nivel por los alumnos que formaron parte de los grupos de trabajo. Esta elección garantizaba que los alumnos tendrían unos conocimientos iniciales mínimos sobre esos temas y minimizaba la influencia que podría presentar la variable interferente “conocimientos previos” sobre los resultados obtenidos.

Los mapas conceptuales que utilizaron los grupos experimentales 1 y 2 se enlazaron entre sí formando un modelo de conocimiento utilizando el programa CmapTools. Estos mapas se encuentran alojados en nuestro sitio Cmap “Universidad de Extremadura (España)” dentro de la carpeta “Comunicaciones a Congresos” <http://grupoorion.unex.es:8001/servlet/SBReadResourceServlet?viewhtml> desde donde pueden ser utilizados de manera interactiva mediante la aplicación informática CmapTools. En las figuras 1 y 2 se muestran los epítomes generales de los modelos de conocimiento realizados.

Como instrumento de evaluación se diseñaron dos test iniciales compuestos por 120 preguntas cada uno y se pasaron a un grupo piloto de veinte alumnos que no iban a formar parte de la investigación posterior. Se rechazaron los 20 ítems de cada uno de ellos que ofrecieron resultados menos significativos. De esta manera se obtuvieron dos test de tipo dicotómico compuestos de 100 ítems cada uno (que también están disponibles en nuestro sitio Cmap). Con los resultados obtenidos en estos test, se realizó un análisis estadístico-descriptivo para determinar los incrementos de aprendizaje obtenidos por los alumnos de los grupos experimentales frente a los grupos de control.

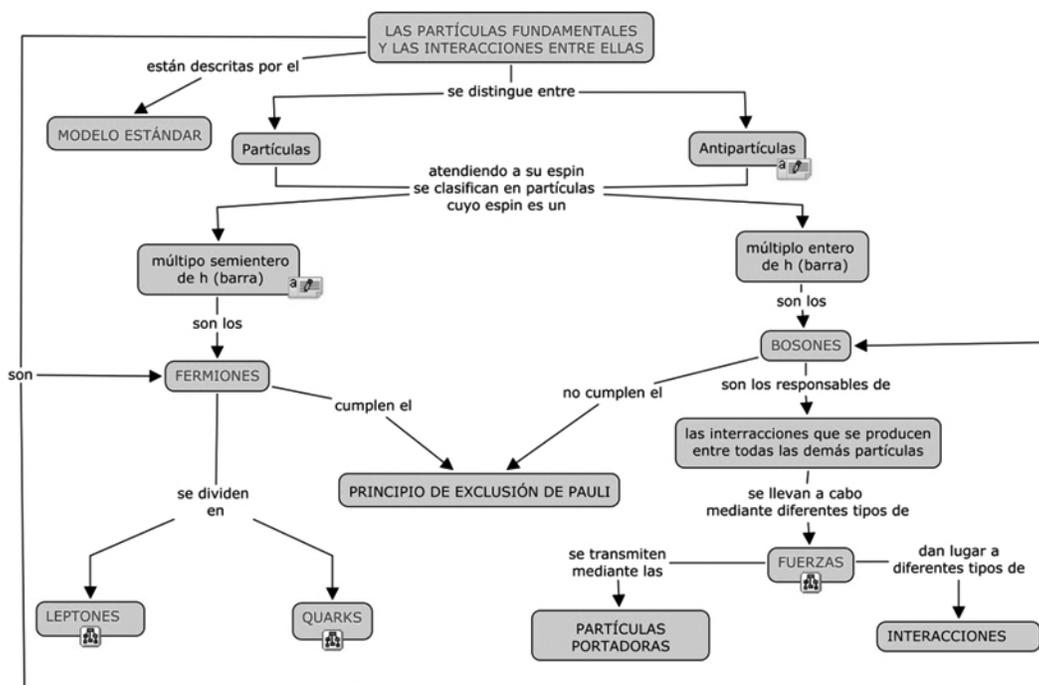


Figura 1. Epítome general del modelo de conocimiento elaborado sobre las Partículas Fundamentales de la Materia

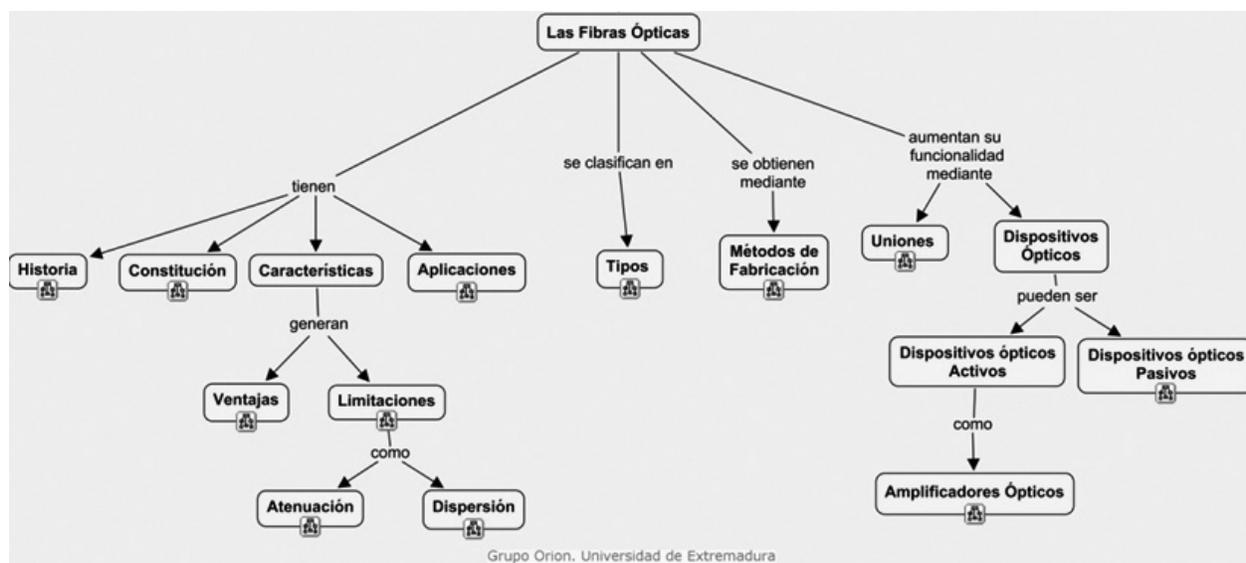


Figura 2. Epítome general del modelo de conocimiento elaborado sobre las Fibras Ópticas

3 Resultados y Discusión

Para analizar los datos recogidos en los test de evaluación que fueron pasados a los alumnos, se ha utilizado el paquete estadístico PASW Statistics 18. En la Tabla 1 se muestran los resultados de las medias de las calificaciones obtenidas por los alumnos en el estudio de las Fibras ópticas. En la tabla se recogen los resultados promedios obtenidos por el G.E. 1, el G.C. 1 y el incremento de aprendizaje (ΔA) obtenido por el G.E. frente al G.C.

Tema: Fibras ópticas		Grupo Experimental 1	Grupo Control 1	Δ Aprendizaje (ΔA)
N	Items	100	100	100
Media		83,51	61,74	21,77
Desviación típica		7,94	12,25	10,45
Percentil	25	78,94	54,39	14,03
	75	89,47	70,17	29,82

Tabla 1. Análisis estadístico descriptivo de las respuestas del G.C. y del G.E. en el estudio de las Fibras Ópticas

En la Tabla 2 se muestran los resultados promedio obtenidos en el test de evaluación del tema Partículas Fundamentales de la Materia. En la cuarta columna se muestra el incremento de aprendizaje obtenido por el G.E. 2 frente al G.C. 2.

Tema: Partículas Fundamentales de la Materia		Grupo Experimental 2	Grupo Control 2	Δ Aprendizaje (ΔA)
N	Items	100	100	100
Media		82,42	62,88	19,54
Desviación típica		8,17	10,80	9,46
Percentil	25	77,49	55,36	12,98
	75	88,68	70,88	26,71

Tabla 2. Análisis estadístico descriptivo de las respuestas del G.C. y del G.E. en el estudio de las Partículas Fundamentales de la Materia

Podemos apreciar que existe una diferencia entre las medias obtenida por los grupos experimentales y los de control en el estudio de ambos temas. En la Tabla 3 se muestra el resultado de la prueba de Levene de igualdad de

varianzas y de la prueba t para la igualdad de medias para el estudio de las Partículas Fundamentales de la Materia.

Partículas Fundamentales	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
							Inferior	Superior
	8,34	0,004	14,4	0,00	19,54	1,35	16,87	22,21

Tabla 3. Prueba t para muestras independientes para un p-valor $p < 0.05$ Tema: Partículas Fundamentales de la Materia.

Los resultados obtenidos en la prueba de Levene y en la prueba t para la igualdad de medias, nos permitieron afirmar un intervalo de confianza del 95% que el incremento de aprendizaje medio obtenido en cada ítem por los alumnos que usan los mapas conceptuales para el estudio de las partículas fundamentales de la materia está entre el 16,87% y el 22,21%.

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en la media, desviación típica, coeficiente de variación y error típico de la media para los dos grupos de control. Se aprecia que el grupo de control 1 tiene un porcentaje de aciertos promedio de 61,74 con una desviación típica de 12,25 y el grupo de control 2 tiene un porcentaje de aciertos promedio de 62,88 y una desviación típica de 10,80. El coeficiente de variación del grupo de control 1, $[C.V. = (12,25/61,74)]$ es de 0,198 y el del grupo de control 2, $[C.V. = (10,80/62,88)]$ es de 0,171, lo que nos indica que el grupo de control 2 tiene una distribución de notas algo más homogénea que el grupo de control 1. Con los datos obtenidos en estos grupos se ha representado gráficamente el histograma y la curva Gaussiana de la distribución de frecuencias (Figura 3).

Comparación de los G. C.	N	Media	Desviación típica	Coefficiente de Variación (C.V.)	Error típico de la media
Grupo Control 1	100	61,73	12,25	0,198	1,22
Grupo Control 2	100	62,87	10,80	0,171	1,08

Tabla 4. Comparación de la media, desviación típica, error típico y coeficiente de variación para los grupos de control

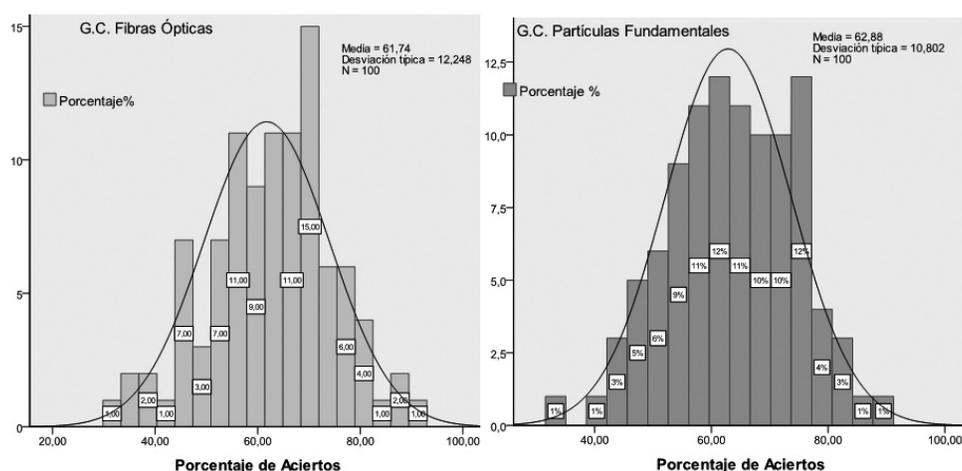


Figura 3. Histograma del porcentaje de aciertos y curva normal de distribución superpuesta del grupo de control 1, tema “Fibras ópticas” (izquierda) y del grupo de control 2, tema “Partículas Fundamentales de la Materia” (derecha)

Se observa que existe una diferencia en los valores encontrados en las medias de los grupos de control 1 y 2. Para comprobar si esa diferencia entre las calificaciones promedio obtenidas es significativa a un nivel de significación de

un 5% ($\alpha=0.05$), se aplicó la prueba de Levene y una prueba t de student para la igualdad de medias para muestras independientes. El objetivo de esta comparación entre los dos grupos de control es determinar si las calificaciones promedio obtenidas por ambos grupos son análogas, para comprobar si la dificultad que presentan los dos temas elegidos es similar o no. En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en estas pruebas.

Diferencias entre Grupos de Control		Se han asumido varianzas iguales	No se han asumido varianzas iguales	
Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	F	1,012		
	Significación	0,316		
Prueba T para la igualdad de medias	t	0,698	0,698	
	gl (grados de libertad)	198	194,956	
	Significación (bilateral)	0,486	0,486	
	Diferencia de medias	1,140	1,140	
	Error típico de la diferencia	1,633	1,633	
	95% Intervalo de confianza para la diferencia	Inferior	-2,080	-2,080
		Superior	4,360	4,361

Tabla 5. Prueba de Levene y prueba t para muestras independientes para un p-valor $p < 0.05$. Grupos de Control

La prueba de Levene realizada mostró similitud entre las varianzas de los grupos ya que el valor de la significación obtenida en esta prueba ha sido de 0.316, es decir, se ha obtenido un valor mayor al p-valor marcado del 5%. ($0.316 > 0.05$). Las evidencias de normalidad en los datos de los grupos que se compararon, permitieron hacer la prueba t de comparación de medias, para detectar si había o no diferencias significativas en cuanto a las calificaciones promedio obtenidas en los test de evaluación de los grupos de control. En la Tabla 5 se observa que la diferencia de medias encontrada ha sido de 1,14 con un error típico de 1.63. La significación bilateral que resulta de la prueba t es de 0.486, valor que excede del p-valor marcado de 0.05. Como este valor de la prueba t es mayor que el nivel de significación elegido ($\alpha=0.05$), esto nos permite afirmar que la diferencia encontrada entre ambos grupos no es significativa para un nivel de significación del 95%. Este resultado corrobora que los alumnos de los grupos de control obtienen calificaciones promedio similares en el estudio de los dos temas elegidos cuando el nivel de exigencia establecido para ambos es similar, resultado que nos permite asegurar que la dificultad que presentan ambos temas al nivel estudiado para los dos grupos de alumnos era equivalente.

Partiendo de esta equivalencia de dificultad encontrada entre los temas al nivel de trabajo establecido, la siguiente pregunta que nos planteamos fue si el incremento de aprendizaje que se obtiene al utilizar mapas conceptuales y el programa CmapTools para el estudio de estas materias se vería influenciada por la elección del tema. En la Tabla 6 se muestran los valores de la media, desviación típica, error típico y coeficiente de variación de las calificaciones promedio de los grupos experimentales. Podemos observar que los coeficientes de variación de ambos grupos experimentales son muy similares (0.099 y 0.095). Esto nos indica que ambos grupos tienen una distribución igual de homogénea en las calificaciones obtenidas en los test de evaluación.

Comparación de los G. E.	N	Media	Desviación típica	Coefficiente de Variación	Error típico de la media
Grupo Experimental 1	100	83,51	7,94	0,095	0,79
Grupo Experimental 2	100	82,42	8,17	0,099	0,82

Tabla 6. Comparación de la media, desviación típica, error típico y coeficiente de variación para los grupos experimentales

En la Figura 4 se representan los histogramas de la distribución de aciertos para los grupos experimentales y la curva Gaussiana superpuesta

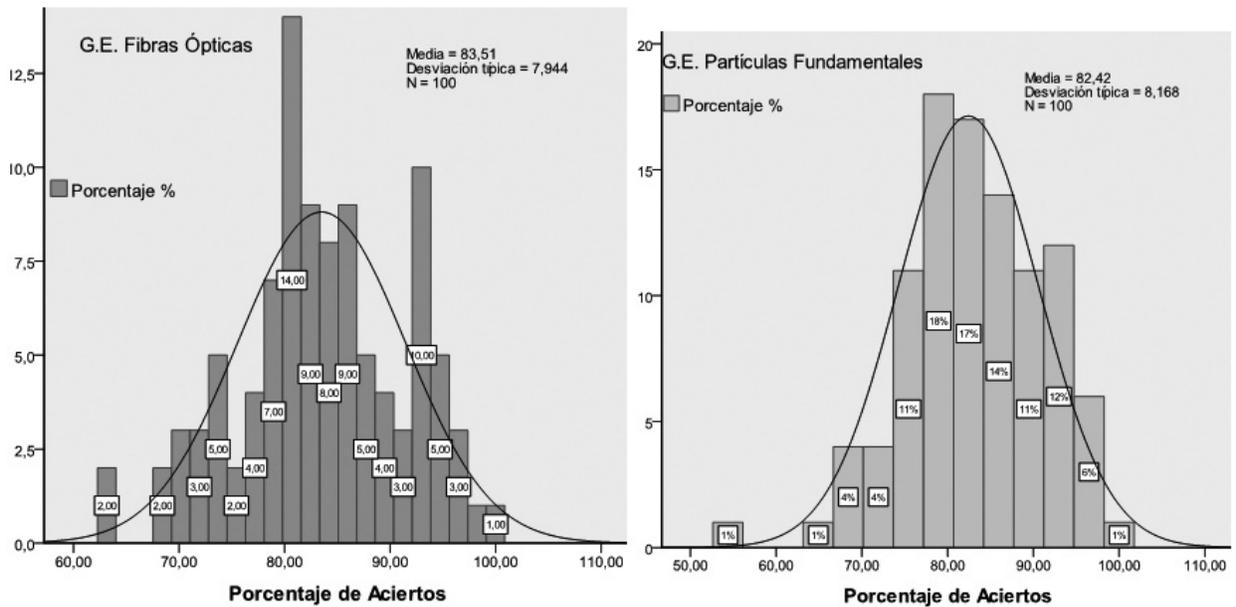


Figura 4. Histograma del porcentaje de aciertos y curva normal de distribución superpuesta del grupo experimental 1, tema “Fibras ópticas” (izquierda) y del grupo experimental 2, tema “Partículas Fundamentales de la materia” (derecha)

En la Figura 5 representamos los histogramas de los incrementos de aprendizaje alcanzado por los alumnos del grupo experimental frente a los alumnos del grupo de control en el estudio de cada uno de los temas elegidos.

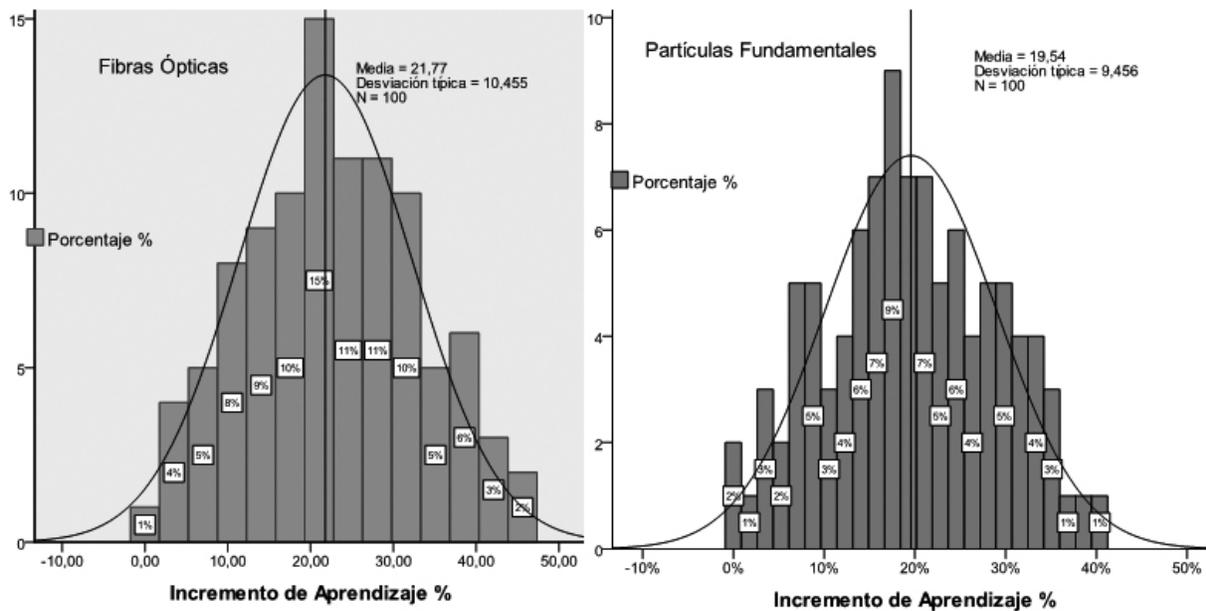


Figura 5. Histograma de la variable ΔA y curva normal de distribución superpuesta para el tema “Fibras ópticas” (izquierda) y para el tema “Partículas Fundamentales de la materia” (derecha)

Podemos observar que existe una diferencia en el incremento de aprendizaje obtenido en el estudio del tema 1 y del tema 2. Para el caso de las fibras ópticas se ha alcanzado un incremento de aprendizaje medio en cada ítem de un 21,77% y para el caso de las partículas fundamentales de la materia se ha obtenido un incremento de aprendizaje promedio en cada ítem de un 19,54%. Para valorar este incremento de aprendizaje en función de los alumnos, una vez corregidos los test de cada uno de los alumnos, se han ordenado en orden decreciente en función de las calificaciones

obtenidas, y se han emparejado los alumnos de ambos grupos, el alumno del grupo de control que consiguió mejor calificación fue emparejado con su homólogo del grupo experimental que sacó mejor nota. En la Tabla 7 se muestran los resultados en los promedios obtenidos en relación a los ítems y en relación a los alumnos.

ΔA (Análisis por ítems)	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Grupo experimental 1	100	21,77	10,45	1,04
Grupo experimental 2	100	19,54	9,46	0,94
ΔA (Análisis por alumnos)	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Grupo experimental 1	57	21,77	1,74	0,23
Grupo experimental 2	57	19,54	1,77	0,23

Tabla 7. Análisis de la variable incremento de aprendizaje para los dos grupos experimentales. Análisis por ítems (filas superiores) y Análisis por alumnos (filas inferiores)

Se observa que el valor obtenido para el incremento de aprendizaje en ambos temas es diferente. La pregunta que se nos planteó es ¿esta diferencia encontrada es significativa para un nivel de significación de un 5%, y por tanto, el valor del incremento de aprendizaje depende del tema estudiado? Para dar respuesta a este planteamiento se formuló la siguiente hipótesis nula H_0 : “No existen diferencias significativas entre el incremento medio de aprendizaje alcanzado por los alumnos que estudian con mapas conceptuales el tema de fibras ópticas frente al incremento de aprendizaje medio alcanzado por los alumnos que estudian las partículas fundamentales de la materia utilizando mapas conceptuales” Para poder rechazar o no la hipótesis nula se realizó una prueba de Levene para la igualdad de varianzas y una prueba t para la igualdad de medias. En la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos. Análisis de la variable incremento de aprendizaje para los dos grupos experimentales. Análisis por ítems (filas superiores) y Análisis por alumnos (filas inferiores).

En la Figura 6 se representa el histograma y la curva de distribución normal para la variable incremento de aprendizaje con los datos recogidos de las 57 parejas formadas para el tema de las fibras ópticas y de las 57 parejas formadas para el tema de las partículas fundamentales de la materia.

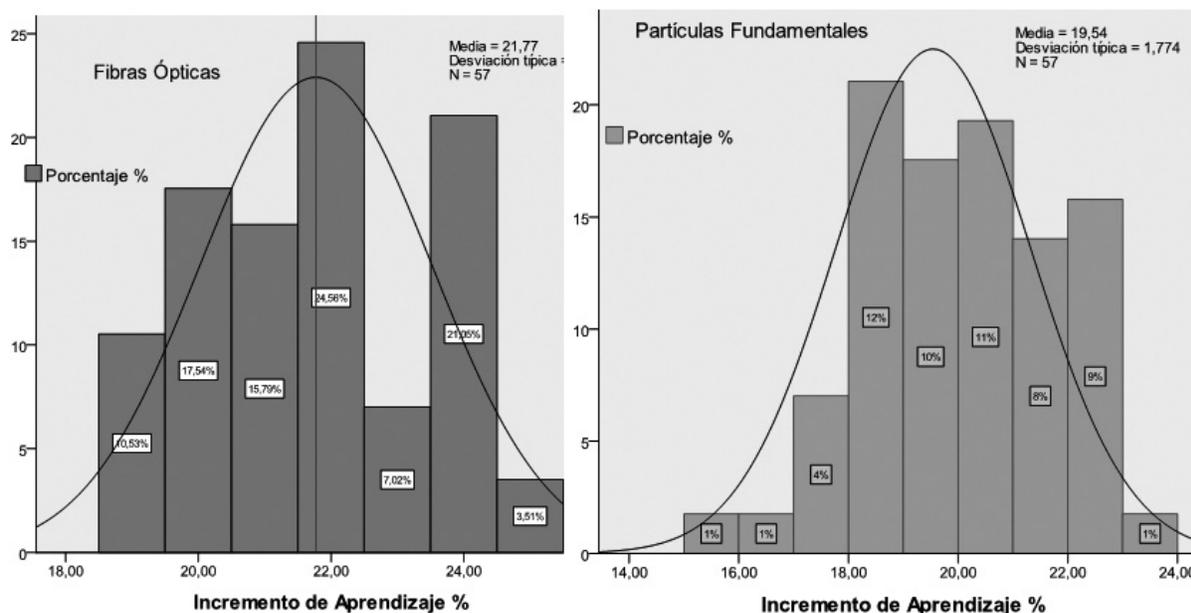


Figura 6. Histograma de la variable ΔA y curva normal de distribución superpuesta para el tema “Fibras ópticas” (izquierda) y para el tema “Partículas Fundamentales de la materia” (derecha)

Se observa que el valor obtenido para el incremento de aprendizaje en ambos temas es diferente. La pregunta que se nos planteó es ¿esta diferencia encontrada es significativa para un nivel de significación de un 5%, y por tanto, el valor del incremento de aprendizaje depende del tema estudiado? Para dar respuesta a este planteamiento se formuló la siguiente hipótesis nula H0: “No existen diferencias significativas entre el incremento medio de aprendizaje alcanzado por los alumnos que estudian con mapas conceptuales el tema de fibras ópticas frente al incremento de aprendizaje medio alcanzado por los alumnos que estudian las partículas fundamentales de la materia utilizando mapas conceptuales” Para poder rechazar o no la hipótesis nula se realizó una prueba de Levene para la igualdad de varianzas y una prueba t para la igualdad de medias. En la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos.

Diferencias entre el Incremento de Aprendizaje (ΔA)		Se han asumido varianzas iguales	No se han asumido varianzas iguales	
Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	F	0,970		
	Significación	0,326		
Prueba T para la igualdad de medias	t	-1,581	-1,581	
	gl (grados de libertad)	198	196,034	
	Significación (bilateral)	0,116	0,116	
	Diferencia de medias	-2,228	-2,228	
	Error típ. de la diferencia	1,409	1,409	
	95% Intervalo de confianza para la diferencia	Inferior	-5,008	-5,008
		Superior	0,551	0,552

Tabla 8. Prueba de Levene y prueba t para muestras independientes para un p-valor $p < 0.05$

Observamos que la significación de Levene es 0.326, valor superior al p valor considerado (0.05), luego se asumen varianzas iguales. Si nos fijamos en el valor de la significación bilateral de la prueba t, obtenemos un valor de 0.116, mayor a $\alpha = 0.05$, luego la probabilidad de que la hipótesis planteada sea falsa es inferior al 5%. Este resultado nos permite aceptar la hipótesis nula y afirmar con una confianza de un 95% que cuando se comparan los promedios de los resultados obtenidos en los test, no existen diferencias significativas entre los incrementos de aprendizaje, por lo que podemos afirmar que, en un alumno, el incremento de aprendizaje obtenido al utilizar los mapas conceptuales es independiente del tema elegido, siempre y cuando tengan un nivel de contenidos conceptuales equivalente y sean estudiados a un mismo nivel de exigencia.

4 Conclusiones

Los resultados de esta investigación nos indican que existe un incremento de aprendizaje en los alumnos que utilizan los mapas conceptuales y el programa informático CmapTools frente a los que no los utilizan tanto para el estudio de las Fibras Ópticas como para el estudio de las Partículas Fundamentales de la Materia. El análisis estadístico comparativo realizado nos ha permitido afirmar que el incremento de aprendizaje conseguido al utilizar los mapas conceptuales en el estudio de dos temas distintos de nivel de contenido conceptual equivalente es similar. Es decir, los mapas conceptuales constituyen una herramienta que ayuda a los alumnos a aprender significativamente los conceptos independientemente de la materia objeto de aprendizaje siempre que su nivel de contenidos conceptual sea análogo. Estos resultados evidencian que el haber empleado mapas conceptuales ayuda a mejorar el rendimiento académico de los alumnos en el estudio de cualquier tema.

Referencias

- Ausubel, D P. (1982), *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 4ª Reimpresión. Ed. Trillas. México.
- Cañas, A. J., Ford, K. M., Coffey, J., Reichherzer, T., Carff, R., Shamma, D., & Breedy, M. (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales. *Revista de Informática Educativa*, 13(2), 145-158.
- Pèrez, A.L., Suero, M.I., Montanero, M. y Pardo, P.J. (2001) Three-dimensional conceptual maps: an illustration for the logical structure of the content of optics. *International Conference Physics Teacher Education Beyond 2000. Selected Contributions*. R. Pinto & S Suriñach. ISBN 2-84299-312-8; pág 603-604. Editorial Elsevier Francia.
- Pèrez, A.L., Suero, M.I., Montanero M. y Pardo, P.J. (2004). Aplicaciones de la teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein a la enseñanza de la Física. Una propuesta basada en la utilización del programa informático CmapTools En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping*, Pamplona, España.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.