

## EFFECTIVIDAD DE MATERIAL DIDÁCTICO COMPUTARIZADO SEGÚN SISTEMA 4MAT® EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGÍA

Ambrosio Pabón Márquez

Clínica Integral del Adulto I. Departamento de Odontología Restauradora.  
Facultad de Odontología. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. E-mail: ambpabon@ula.ve

### RESUMEN

Dada la complejidad del proceso de aprendizaje en el aula universitaria de odontología es pertinente el desarrollo de nuevas herramientas pedagógicas universitarias con base en un modelo pedagógico como el *Sistema 4MAT*®. Este sistema involucra los estilos de aprendizaje en interrelación con los hemisferios cerebrales del estudiante alrededor de un ciclo de aprendizaje. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la efectividad de material didáctico computarizado según Sistema 4MAT® en el aprendizaje de estudiantes de odontología sobre el sistema estomatognático. Es una investigación experimental de campo, con un diseño longitudinal, realizada en una muestra probabilística de 90 estudiantes de Clínica Integral del Adulto I del segundo año de la Facultad de Odontología de la ULA. Se formaron dos grupos: un grupo control y un grupo experimental. Se aplicó un post-test para medir el rendimiento académico. Los resultados muestran que existe diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control mediante la prueba estadística de "t" de Student. Se concluyó que el material didáctico computarizado fundamentado en el *Sistema 4MAT*® sobre el *Sistema Estomatognático* es significativamente más efectivo que los métodos didácticos tradicionales.

**Palabras clave:** material didáctico computarizado, sistema 4MAT®, aprendizaje universitario, sistema estomatognático.

### EFFECTIVENESS OF COMPUTERIZED DIDACTIC MATERIAL BASED ON THE 4MAT® SYSTEM IN DENTISTRY STUDENTS

### ABSTRACT

Given the complexity of classroom learning is relevant university dental development of new university-based teaching tools in a pedagogical model as 4MAT System®. This system involves learning styles in interaction with the cerebral hemispheres about a student's learning cycle. This study aimed to determine the effectiveness of computerized learning materials as 4MAT System® in learning dental students on the stomatognathic system. It is an experimental research field with a longitudinal design, made in a probability sample of 90 students of Integrated Adult Clinic I of the second year of the Faculty of Dentistry of the ULA. In two groups: a control group and an experimental group. It was performed a post-test to measure academic performance. The results show that there is significant difference between the experimental and control groups using the statistical test t-Student. It was concluded that computer-based teaching materials in 4MAT System® on stomatognathic system is significantly more effective than traditional teaching methods.

**Key words:** Computerized didactic materials, 4MAT® system, university learning, stomatognathic system.

## Introducción

Con la aparición de las tecnologías de información y su respectiva aplicación en el proceso educativo, surge el desarrollo de medios de presentación de contenidos, basados en teorías de enseñanza y aprendizaje (1). Estos medios instruccionales novedosos, llamados software educativo o materiales didácticos computarizados (MDCs), surgen como entornos de aprendizaje que pretenden orientar y mejorar las condiciones educativas, asegurando que en su diseño se utilicen estrategias instruccionales que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes (2). Entiéndase que el aprendizaje es un proceso complejo dado por componentes intrínsecos del estudiante universitario; tales como la percepción, el cerebro y los estilos de aprendizaje (3).

Ante esta situación de complejidad del proceso de aprendizaje de temas en el área de la salud, se hace necesario el aprendizaje asistido por computadora (CAL) en el campo de la Odontología (4, 5). Es decir, la utilización de herramientas pedagógicas computacionales como los MDCs. En este sentido, se podría decir que la aplicación de MDCs en el estudio de ciencias médicas, como la Odontología, permite la posibilidad de crear ambientes multimediales desde o con el apoyo del computador, que posibiliten a los estudiantes la solución de problemas y el logro de los conocimientos (6).

Esta alternativa crea estados de aprendizaje en los que el estudiante universitario de Odontología puede integrarse activamente a situaciones fundamentadas en casos clínicos reales (7); y, accediendo a ambientes gráficos de computadora en 3D, animaciones, videos, micromundos, simulaciones; que le son particularmente útiles para la comprensión de las estructuras enseñadas durante clases teóricas (6). Su uso permite un aprendizaje más flexible; y al mismo tiempo, cada estudiante es responsable de su propio aprendizaje en su ambiente preferido (4).

Esto lleva a que, en el área de la Medicina y la Odontología se diseñen y elaboren MDCs (2, 8) que ayuden al estudiante a desarrollar y a evaluar diagnósticos específicos y habilidades terapéuticas (8) durante el aprendizaje de temas complejos (9); como por ejemplo, el estudio del sistema estomatognático del paciente que asiste a la clínica odontológica (7). En este sentido, las investigaciones revelan que los MDCs promueven un aprendizaje significativo de los estudiantes en el aula (9,10).

Por lo tanto, los MDCs deben adaptarse a lo que se desea enseñar y aprender según las características de los aprendices acorde al modelo pedagógico *Sistema 4MAT*® (11). Este modelo comprende cuatro cuadrantes, vinculados a cuatro estilos de aprendizaje, y al hemisferio derecho (HD) y hemisferio izquierdo (HI) del cerebro del estudiante. Sigue un ciclo de aprendizaje que va desde la experiencia concreta, a la reflexión, a la conceptualización hasta la acción (Figura 1) (12). Así, es posible estimular el desarrollo de estrategias de pensamiento en el estudiante de Odontología mediante: (a) el significado personal, (b) conceptos de imagen y definiciones establecidas por expertos, (c) actividades prácticas y (d) solución de problemas clínicos de forma creativa (11, 12).

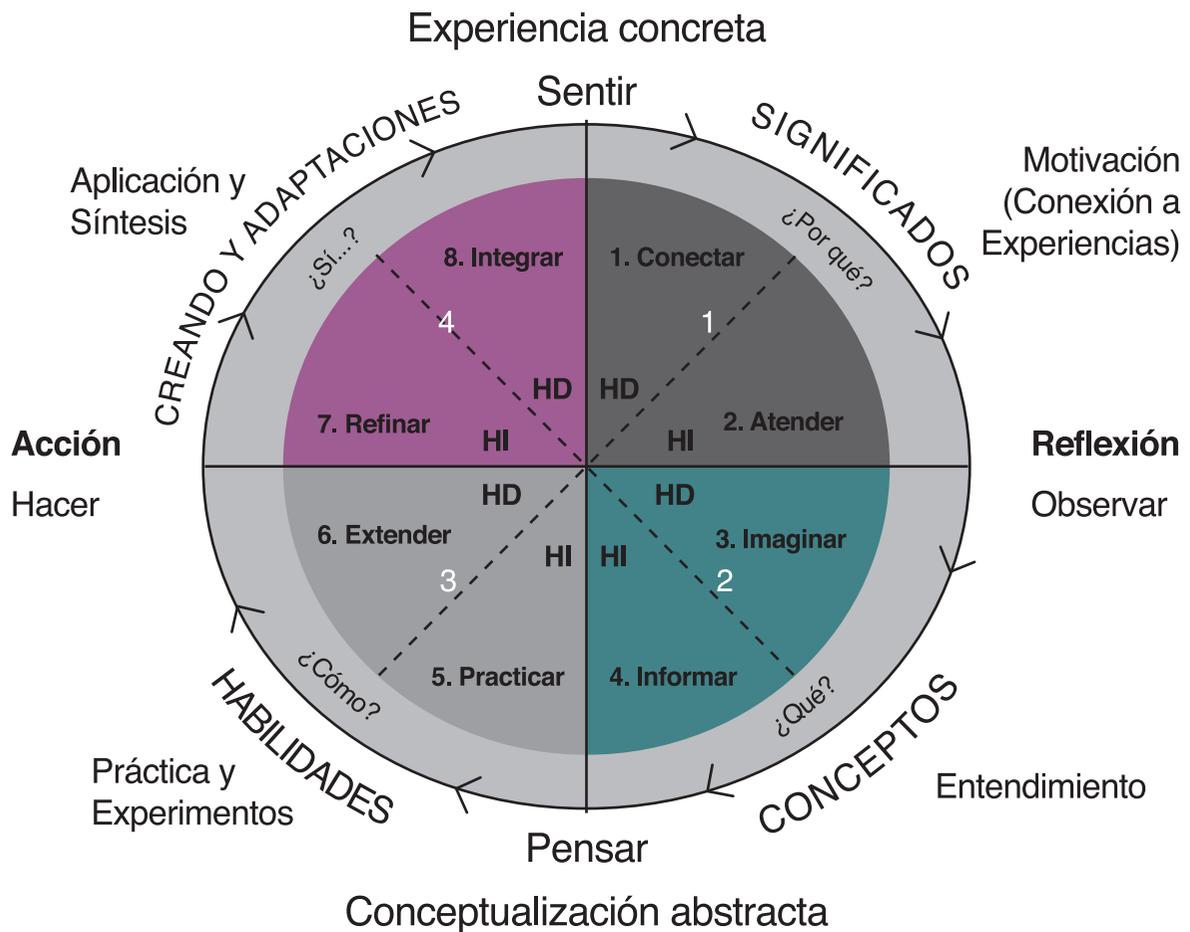


Figura. 1. Modelo pedagógico Sistema 4MAT®(12)

Ahora bien, con base en este modelo pedagógico, se desarrolló material didáctico computarizado sobre el sistema estomatognático según *Sistema 4MAT®*. Este MDC consiste en un micromundo formado por cuatro módulos de aprendizaje; diseñado con el propósito de promover el aprendizaje integral en el estudiante de Odontología. El primer **módulo**, llamado **Exploración clínica**, está referido al **cuadrante 1**. Dispone de actividades vinculadas con el “Por-qué” y basadas en el aprendizaje significativo. En este sentido, pretende estimular el significado personal de la nueva información en el estudiante mediante la conexión y discusión de experiencias clínicas sobre el sistema estomatognático (7).

Para ello, en este módulo se observa el evento **conectar** (HD): *Conecta el video con tu experiencia personal*, y actividades como presentación de caso clínico, exploración clínica extraoral e intraoral de un paciente mediante videos, mapas mentales e imagenología. A su vez se despliega el evento **atender** (HI): *Atiende ¿por qué es importante la exploración clínica intraoral, extraoral y la imagenología en el tratamiento odontológico del paciente?*, y actividades como la discusión y el análisis de la experiencia clínica personal del usuario. Adicionalmente, existen actividades como resumen, lluvia de ideas y evaluación parcial (7).

El segundo **módulo de aprendizaje**, llamado **Exploración teórica**, está vinculado al **cuadrante 2**. Propone actividades asociadas con el “Qué”, fundamentadas en el cognitivismo y el aprendizaje por descubrimiento. Así, busca orientar el entendimiento de la información mediante la imaginación de conceptos y la información de la teoría establecida por expertos. Es así como este módulo propone el evento **imaginar** (HD): *Imagina la representación gráfica 3D del sistema estomatognático*, y actividades donde el usuario dibuja la representación gráfica del sistema estomatognático (7).

Asimismo, expone el evento **informar** (HI): *Infórmate sobre el sistema estomatognático, los movimientos mandibulares y su representación gráfica tridimensional*, y actividades donde el usuario recibe la información teórica acerca de estos temas. Esta información es exhibida mediante imágenes clínicas, animaciones en 2D y 3D, esquemas y lecturas. Además se descubren otras actividades como resumen, investigación dentro del MDC, lecturas y evaluación parcial (7).

El tercer **módulo de aprendizaje**, llamado **Exploración práctica**, está asociado al **cuadrante 3**. Muestra actividades prácticas y de extensión congruentes con el “Cómo”, fundamentadas en el cognitivismo y el constructivismo. Así, el estudiante tiene la oportunidad de desarrollar habilidades mediante la práctica y la utilización de la información aprendida en la vida diaria. Para ello, muestra el evento **practicar** (HI): *Practica explorando el sistema estomatognático del paciente*, y actividades prácticas donde el usuario identifica la anatomía, función y exploración de los componentes del sistema estomatognático (7).

También se revela el evento **extender** (HD): *Extiende demostrando la importancia clínica del sistema estomatognático. Extiende realizando el diagnóstico clínico del sistema estomatognático del paciente*; y actividades donde el

usuario lleva a cabo estos enunciados. Conjuntamente se presentan actividades como rompecabezas, cuadernillo de tareas y evaluaciones parciales (7).

Finalmente, el cuarto **módulo de aprendizaje**, llamado **Casos clínicos**, es relativo al **cuadrante 4**. Exhibe actividades sobre casos clínicos relacionadas con el “Si...” condicional, fundamentadas en el constructivismo. De este modo, pretende promover la integración, la adaptación y la creatividad del estudiante para la solución de problemas clínicos complejos. Para ello, se despliega el evento **refinar** (HI): *Refina creando un método para establecer el diagnóstico de pacientes*; y actividades donde el estudiante responde preguntas como: ¿Qué sucedería si existiera alguna alteración en los componentes del sistema estomatognático? En tal sentido, el usuario puede crear métodos para establecer diagnósticos de pacientes (7).

A su vez, se presenta el evento **integrar** (HD): *Integra el conocimiento del sistema estomatognático estableciendo el diagnóstico, el pronóstico y el plan de tratamiento mediante los métodos de diagnóstico creados previamente*, y actividades donde el usuario puede crear métodos para establecer el diagnóstico de pacientes, crear historias clínicas, dibujar los componentes del sistema estomatognático y solucionar casos clínicos mediante los métodos creados. Esta situación facilitará el aprendizaje por autodescubrimiento mediante la experimentación activa, la investigación y la construcción de sus propios conocimientos (7).

Desde esta perspectiva, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la efectividad de material didáctico computarizado según Sistema 4MAT® en el aprendizaje del sistema estomatognático por parte de estudiantes de Clínica Integral del Adulto I del Segundo año de Odontología de la Universidad de Los Andes.

## Materiales y métodos

El presente estudio correspondió a una investigación experimental de campo con un diseño longitudinal. Consistió en la manipulación de la variable independiente (material didáctico computarizado); analizándose las consecuencias que la aplicación de esta tuvo sobre la variable dependiente (rendimiento académico de los estudiantes). Se seleccionó una muestra probabilística de 90 estudiantes, mediante el *programa Epidat 3.0*, que asistieron a la Clínica Integral del Adulto I, del segundo año correspondiente al período académico 2008-2009, de la Facultad de Odontología, de la Universidad de Los Andes.

Se formaron dos grupos: un *grupo control* de 60 estudiantes, y un *grupo experimental* de 30 estudiantes. El *grupo control* recibió clases mediante medios didácticos tradicionales; mientras que el *grupo experimental* recibió las mismas clases mediante la utilización del material didáctico computarizado fundamentado en el *Sistema 4MAT®*. Finalmente, se aplicó una postprueba a los dos grupos de estudiantes de la CIA I.

La post prueba consistió en una *prueba de rendimiento académico* (13), llamada también *prueba de conocimiento* (13, 14), elaborada sobre el sistema estomatognático, según principios establecidos (14). Comprende cuatro partes construidas en función de cada uno de los módulos de aprendizaje del MDC (experiencia clínica, experiencia teórica, experiencia práctica, y casos clínicos).

Esta prueba permitió medir el rendimiento académico de los estudiantes de CIA I objeto de estudio que recibió la enseñanza del tema con el MDC (*Grupo experimental*) y, sin el MDC (*Grupo control*). De acuerdo con esto, se determinó la efectividad del MDC según Sistema 4MAT® en el aprendizaje del sistema estomatognático por parte de estudiantes de CIA I del segundo año de Odontología de la Universidad de Los Andes.

Esta prueba de rendimiento académico fue validada mediante (a) el juicio de expertos (validez externa) con el *Coefficiente de Validez de Contenido* (15), (b) el *Análisis Factorial* (validez interna) y (c) el *Coefficiente Alfa de Cronbach* (confiabilidad) (16). El *Coefficiente de Validez de Contenido* de la prueba dio un valor de 0,9259, que revela su alto nivel de validez de contenido (15). El *Análisis Factorial* de la prueba indica que existe una alta correlación entre los diferentes ítems del instrumento. Y, la confiabilidad de la prueba mediante el *Coefficiente Alfa de Cronbach* presentó un valor de 0,9521, lo cual evidencia que el instrumento es altamente confiable (16).

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el uso del Programa Estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) (17). Por la naturaleza y el alcance de este estudio se utilizó la estadística descriptiva (distribuciones de frecuencias relativas porcentuales) e inferencial (*prueba t de student*).

*Consideraciones éticas:* todos los estudiantes dieron su consentimiento informado para participar en el estudio.

## Resultados

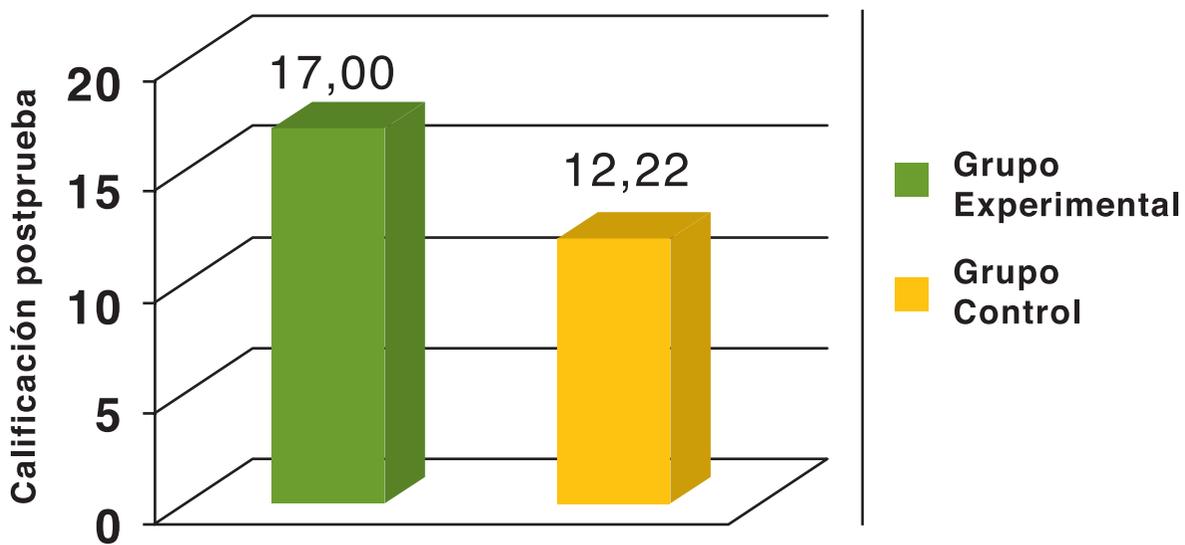
Según la Tabla 1, la muestra del grupo de estudiantes de CIA I estuvo formada por un 11,2 % (10) del sexo masculino y un 88,8 % (80) del sexo femenino. A su vez, el 86,7 % (78) de estudiantes tiene una edad comprendida entre 19 y 22 años. El 13,3 % (12) tiene una edad entre 23 y 25 años.

**Tabla 1.** Matriz muestral de la investigación

Grupo	Variables	Categorías	Frecuencia	%
Estudiantes	Sexo	1. Masculino	10	11,2
		2. Femenino	80	88,8
		Total	90	100,0
	Edad	1. 19 a 22 años	78	86,7
		2. 23 a 25 años	12	13,3
		Total	90	100,0

Los resultados obtenidos de la postprueba (prueba de rendimiento académico) aplicada al grupo de estudiantes objetos de estudio muestran que, la *media del Grupo experimental* de CIA I de Odontología fue de 17;

mientras que la *media del Grupo control* fue de 12,22 (Gráfico 1). De acuerdo a esto, el *Grupo Experimental* (recibió clases con el MDC) obtuvo un mayor rendimiento académico que el *Grupo control* (que recibió clases sin el MDC).



**Gráfico 1.** Media de post-prueba de grupos de estudio de CIA I.

**Tabla 2.** Prueba t de la media de grupos de los estudio (control y experimental) de CIA I

Variable	n	D.T.	E.E.	t	g.l.	Sig. (bilateral)	Valor crítico de t
Material didáctico computarizado	90	1,553	0,245	14,105	88	0,000	2.000
		1,632	0,231				

*n* = muestra; *D.T.* = Desviación típica; *E.E.* = Error de desviación estándar; *t* = *t* de student; *g.l.* = grados de libertad; *Sig.* = significancia

En tal sentido, la prueba *t de Student* de la Media de Muestras Independientes con una confianza de 95% muestra que existe una diferencia significativa entre el *Grupo experimental* ( $M = 17,00$ ;  $SD = 1,553$ ) y el *Grupo control* ( $M = 12,22$ ;  $SD = 1,632$ ) con respecto a su desempeño en la prueba total  $t(14,105) = 2.000$  ( $p = 0,000$ ) (Tabla 2).

## Discusión

Cabe destacar que los MDCs –como el MDC según *Sistema 4MAT*®– pueden contribuir a que los aprendices, durante el proceso del aprendizaje, tengan una mayor proximidad a la realidad médica odontológica que se les presentará durante el ejercicio de su profesión (7). A su vez, el MDC según *Sistema 4MAT*® incluye elementos esenciales del aprendizaje tales como sentimientos, reflexión, pensamiento y acción (18). Así, el aprendizaje es promovido mediante: (a) la interrelación entre la percepción y el procesamiento humano; (b) la interacción entre los cuatro estilos de aprendizaje, los hemisferios derecho e izquierdo del cerebro y la creatividad (11, 12).

De esta perspectiva, el aprendizaje se genera según y cómo el estudiante de odontología percibe y procesa la información, y según las preferencias y diferencias de cada individuo. Por ende, la aplicación de este MDC pretende que el estudiante se conecte con sus experien-

cias personales. De este modo, el estudiante de odontología puede explorar, atender, interactuar, analizar, imaginar, practicar, crear soluciones y ejecutarlas para solventar problemas clínicos reales de pacientes (11).

En este sentido, las investigaciones demuestran que los estudiantes enseñados con el *Sistema 4MAT*® presentan significativamente un mayor rendimiento académico que los estudiantes enseñados con métodos didácticos tradicionales. Incluso, cuando se utilizan MDCs (tutoriales de salud y guías tutoriales lineales) orientados por el *Sistema 4MAT*® se comprobó que el rendimiento académico de los estudiantes fue más significativo que cuando estos MDCs fueron utilizados sin la orientación del *Sistema 4MAT*® (19, 20, 21, 22).

A su vez, otra investigación experimental de campo (22) confirmó que, los estudiantes que recibieron clases orientadas por el *Sistema 4MAT*® presentaron significativamente un mayor rendimiento académico que los estudiantes que recibieron las mismas lecciones mediante métodos tradicionales. En efecto, los resultados señalados previamente concuerdan con los obtenidos en el presente estudio donde se evidenció que los estudiantes de CIA I (Grupo experimental), que recibieron clases con el MDC basado en el *Sistema 4MAT*®, presentaron significativamente un mayor rendimiento académico que los estudiantes de CIA I (Grupo Control) que tomaron las mismas clases mediante métodos didácticos tradicionales en el aula universitaria de Odontología.

De esto se deduce que, la enseñanza mediante el MDC según *Sistema 4MAT*<sup>®</sup> fomenta un mayor rendimiento académico de los estudiantes que los métodos didácticos tradicionales utilizados (19, 20, 21, 22, 23, 24). Por consiguiente, el MDC basado en el *Sistema 4MAT*<sup>®</sup> es significativamente más efectivo en el aprendizaje del sistema estomatognático por parte de los estudiantes de CIA I de Odontología, que los métodos didácticos tradicionales.

Es probable que esto sea debido a que este MDC según *Sistema 4MAT*<sup>®</sup> permite orientar el aprendizaje de los estudiantes de Odontología siguiendo un ciclo de aprendizaje. Este ciclo va desde la experiencia clínica, a la reflexión, a la conceptualización hasta la solución de casos clínicos reales de forma creativa. Aunado a esto, se consideran los estilos de aprendizaje de los estudiantes en relación con sus hemisferios cerebrales (11, 23). También es viable la estimulación de elementos básicos del aprendizaje como sentimientos, reflexión, pensamiento, acción y creatividad (18) del estudiante de Odontología.

## **Conclusión**

El MDC fundamentado en el *Sistema 4MAT*<sup>®</sup> sobre el sistema estomatognático promovió un mayor rendimiento académico. Por ende, el MDC según *Sistema 4MAT*<sup>®</sup> es significativamente más efectivo que los métodos didácticos tradicionales en el aprendizaje del SE por parte de los estudiantes de CIA I de odontología.

## Referencias

1. Alvarado AJ. Promoción de estrategias cognoscitivas de enseñanza y aprendizaje mediante un software educativo para el nivel de educación básica; s/f. [Consulta: 2009, 20 de agosto]. Disponible en <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000/demos/222/index.html>
2. Galvis Á. Ingeniería del software educativo. Santa Fe de Bogotá: Presencia; 1992.
3. García Salazar JL. Fundamentos del aprendizaje. México: Editorial Trillas; 2008.
4. Botelho, M. The use of group participation and an enquiry-based study guide with computer assisted learning. *European Journal of Dental Education* 2001; 5: 109-112.
5. Simulife System. 3D Dental Training Simulator. [Programa de computación educacional en línea], 2005. [Consulta: 2008, 24 de octubre]. Disponible en <http://www.3Ddental.com/>.
6. Van Sin Jan et ál. Development of multimedia learning modules for teaching human anatomy: Application to osteology and functional anatomy. *The Anatomical Record Part B: The new anatomist* 272B 2003; (1): 98-106. [Consulta: 2009, 7 de enero]. Disponible en <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/104528686/HTMLSTART>.
7. Pabón A. Diseño de material educativo computarizado sobre el Sistema Estomatognático fundamentado en el Sistema 4MAT®. *Revista Odontológica de Los Andes*. Enero-junio 2007; 2 (1): 37-43. Mérida-Venezuela.
8. Abbey L. Interactive multimedia patient simulations in dental and continuing dental education. *The Dental Clinics of North America* 2002; 46, 575-587.
9. Cesolari JAM, Calvi BJ, Rodríguez León NS, Lerro FG. Experiencia docente innovadora utilizando la informática. *Revista Médica de Rosario* 2008; 74: 58-62.
10. De Arriba de la Fuente JA. Aprendiendo a resolver casos reales mediante la utilización de herramientas informáticas de aprendizaje y colaboración: Estudio experimental en un contexto de formación universitario. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* 2008; 5 (2): 36-49- ISSN 1698-580x.
11. McCarthy, B. About Teaching 4MAT® in the Classroom. Wauconda: About Learning, Inc, 2000.
12. McCarthy B, McCarthy D. About Teaching Companion. The 4MAT® Implementation Workbook. Wauconda: About Learning, Inc, 2003.
13. Kerlinger FN, Lee HB. Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. 4ª ed. México: McGraw-Hill; 2001.
14. Hurtado, J. Metodología de la Investigación Holística. 3ª ed. Caracas: SYPAL; 2000.
15. Hernández-Nieto RA. Contribuciones al análisis estadístico. Mérida, Venezuela: Coedición de la Universidad de Los Andes (Facultad de Ciencias Jurídicas, Políticas y Criminológicas) y IESINFO (Instituto de Estudios en Informática); 2002. Disponible en [www.greatunpublished.com](http://www.greatunpublished.com), [www.Booksurge.com](http://www.Booksurge.com) and [Amazon.com](http://Amazon.com).
16. Hernández Sampieri R, Fernández Collazo C, Baptista Lucio P. Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill Interamericana; 2006.
17. SPSS. *SPSS Versión 15.0*. [Programa de Computación]. Chicago Illinois: Spss Inc, 2008. [Consulta: 2009, 24 de enero]. Disponible en <http://www.spss.com>.

18. Lindsey B. The Education of Multiple Intelligences, *s/f*. About Learning, Inc. [Documento en línea]. [Consulta: 2009, 03 de junio]. Disponible en [http:// www.aboutlearning.com](http://www.aboutlearning.com).
19. Szewczyk, L. Effects of 4MAT an experimentally-based teaching method Upon Achievement and select attitudinal Factors of High School Geometry Students. The 4MAT® Research Guide. About Learning, Inc. Wauconda, Illinois: 2002.
20. Wilkerson, R. M. An evaluation of the effects of the 4MAT System of instruction an academic Achievement and retention of learning (Hemisphericity). The 4MAT® Research Guide, 2002. About Learning, Inc. Wauconda, Illinois, 2002
21. Cordell, J. G. Power learning: Racing ahead of your competition. The 4MAT® Research Guide. About Learning, Inc. Wauconda, Illinois, 2002.
22. Appell, C. J. (1991). The effects of the 4MAT System of instruction on Academic Achievement and Attitude in the Elementary Music Classroom. The 4MAT Research Guide. Wauconda, Illinois: About Learning Incorporated, 1991, p. 2.1.
23. Blakeslee, D. The 4MAT® Research Guide. About Learning, Inc. Wauconda, Illinois, 2002. [Consulta: 2009, 07 de febrero]. Disponible en <http://www.aboutlearning.com>.
24. McCarthy B, Germain CS, Lippitt L. The 4MAT Research Guide. Wauconda: About Learning, Inc.; 2006.