



El desarrollo de competencias específicas en Física por medio del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje

Mario H. Ramírez Díaz

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Instituto Politécnico Nacional.
Av. Legaria 694, Col. Irrigación, Ciudad de México, D. F., México.

ARTICLE INFO

Recibido: 12 de setiembre de 2015

Aceptado: 30 de setiembre de 2015

Palabras clave:

Física Educativa.
Modelo por Competencias.
Estilos de Aprendizaje

E-mail:

mramirezd@ipn.mx

ISSN 2007-9842

© 2015 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

Today, in the most the educational institutions –since elementary school until college– has been implemented in some form, one kind of model based in develop of competences. Although exist several proposals of competences models, all of them lack (in their implementation) of a methodology that allow develop this competences by the teacher. This situation is more notorious in Science class (especially in Physics class) because exist a reject to this model. An important aspect of almost all models based in competences, is to propose take on count the learning styles of the students, when the teachers build the learning strategies that will use in class. Considering these two aspects –Competences Model and Learning Styles–, in this paper we show the result of follow the proposal to specific competences in Physics, made by Latin American Tuning Project and 4MAT System of learning styles, with the goal of to build learning cycles for develop competences in Physics. In section 4.6, about Physics programs of the Report of Latin American Tuning Project, proposes 22 specific competences to develop in the Physics graduates; however, at the end of section, has answer questions like: How must modify teaching methods to promote the learning of these competences? How can evaluate the learning of these competences?

To answer these questions, this paper proposes to develop learning cycles based in the 4MAT system; and to show examples of its application to preschool students, high school and the Engineering and Physical. The topics used ranging from electric charge, force and principles of thermodynamics, and others.

En la actualidad, en la gran mayoría de las instituciones –desde nivel básico hasta universitario– se ha instaurado de alguna forma, algún modelo educativo basado en el desarrollo de competencias. Sin perder de vista que existen diversas propuestas de modelos por competencias, todas carecen (al momento de su implementación en aula) de una metodología que permita el desarrollo de dichas competencias por parte del profesor. Y esta situación es más notoria en las clases de Ciencias (de Física en particular) dado el rechazo que de antemano se ha tenido sobre el modelo. Uno de los aspectos importantes que la mayoría de los modelos por competencias proponen es: la consideración de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, al construir las estrategias de aprendizaje que los maestros desarrollarán en clase. Considerando estos dos aspectos –Modelo por Competencias y Estilos de Aprendizaje–, en este trabajo se muestra el resultado de seguir la propuesta de competencias específicas para Física hecha por el Proyecto Tuning América Latina y el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje, con la finalidad de construir ciclos de aprendizaje para desarrollar competencias específicas en Física. En su sección 4.6 acerca de programas en Física, el Informe del Proyecto Tuning América Latina, propone 22 competencias específicas a desarrollar en el graduado en Física; sin embargo, al final de la sección plantea como trabajo a resolver preguntas tales como: ¿De qué manera deben modificarse los métodos de enseñanza para favorecer el aprendizaje de estas competencias?, ¿cómo puede evaluarse el aprendizaje de estas competencias?

Para contestar las preguntas anteriores, en este trabajo se propone el desarrollo de ciclos de aprendizaje basados en el Sistema 4MAT. Y se muestran ejemplos de dicha aplicación a

estudiantes de Preescolar, Bachillerato, y de las carreras de Ingeniería y de Física; con los cuales se abordan temas que van desde la carga eléctrica, fuerza y principios de la termodinámica, por mencionar algunos.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza basada en competencias establece la posibilidad de organizar los contenidos de aprendizaje en unidades de significado completo, resolviendo un problema a la vez, con fuertes interrelaciones entre sus componentes.

Esta característica permite el diseño de módulos secuenciados e integrados para el desarrollo de las competencias.

En los últimos años se ha incorporado la enseñanza por competencias a las instituciones de educación superior, tanto en México como a nivel internacional. En este sentido, se han hecho esfuerzos por estudiar las competencias específicas a desarrollar en diferentes programas universitarios por diversas instancias; uno de estos estudios ha sido llevado a cabo por el Proyecto Tuning, tanto en Europa como en América Latina. De manera particular, el proyecto Tuning América Latina estudió en su capítulo 4.6 los programas de grado en carreras de Física en 12 países, entre los que se incluía a México. En este Informe, se reportan 22 competencias específicas para las carreras de Física, las cuales se obtuvieron por consenso de profesores de los 12 países participantes. El informe Tuning también reporta cuales competencias fueron valoradas como importantes, cual fue el rango de realización de dichas competencias y cuáles son las competencias claves a desarrollar; todo lo anterior obtenido por la opinión de cuatro agentes: académicos, estudiantes, egresados y empleadores (Beneitone, 2007).

En México, la realidad de la implementación de este modelo ha tenido una serie de problemas en las escuelas, debido a que no existe una manera general de llevar a cabo las recomendaciones hechas por organismos internacionales, como la OCDE, en relación a los programas educativos por competencias (Hernández & Rodríguez, 2008). Proyectos como Tuning realizan recomendaciones generales acerca de las competencias específicas a desarrollar en los graduados de diferentes disciplinas; no obstante (al menos en su capítulo de Física) dejan preguntas abiertas tales como: ¿Son competencias de tipo puntual o transversal?, ¿con que área de la Física están relacionadas y en qué nivel?, ¿cómo puede evaluarse el aprendizaje de estas competencias?, ¿cómo puede establecerse el tiempo de aprendizaje de estas competencias? y ¿de qué manera deben modificarse los métodos de enseñanza para favorecer el aprendizaje de estas competencias?

Por otro lado, un aspecto importante para la mejora del aprendizaje de la Física, es la motivación que tengan los estudiantes para su propio aprendizaje (Solaz-Portolés, Sanjosé & Gómez, 2011) y esta a su vez, se puede estudiar mediante la conexión que tiene con el estilo de aprendizaje de los estudiantes (López y Silva, 2009).

Una propuesta, en este sentido, es la introducción de las diferentes teorías de estilos de aprendizaje. Existen trabajos sobresalientes utilizando los estilos de aprendizaje en diferentes disciplinas, como los realizados por Kolb (1984) que fueron perfeccionados por Bernice McCarthy desarrollando el Sistema 4MAT (McCarthy, Samples & Hammond, 1985).

Particularmente, en el aprendizaje de la Física en México, existen trabajos aplicando el Sistema 4MAT en la enseñanza de la Física a nivel universitario (Ramírez, 2010, 2012); así como los realizados en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y el Instituto Politécnico Nacional.

En este trabajo, se busca dar respuesta a las recomendaciones generales de Tuning acerca de cómo modificar los métodos de enseñanza, para favorecer el desarrollo de competencias en general, pero de manera particular en las asignaturas de Física. En este sentido, se propone utilizar una metodología ya probada, como lo es el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje, y se muestran ejemplos de su implementación en tres diferentes niveles: Preescolar, Bachillerato y Universitario.

II. MARCO TEORICO

II. 1 Sistema 4MAT

El modelo de estilo de aprendizaje que orienta el inicio de esta investigación, corresponde al planteado por Kolb en 1984, denominado Experimental Learning, y el Learning Style Inventory (LSI), que desarrolló un modelo de aprendizaje mediante la experiencia en el mismo proceso de aprendizaje. Kolb señala que, para aprender, es necesario disponer de cuatro capacidades básicas: experiencia concreta (EC), observación reflexiva (OR), conceptualización abstracta (CA), y experimentación activa (EA); de cuya combinación surgen los cuatro estilos de aprendizaje propuestos por este modelo.

El Sistema 4MAT es una variante del modelo de Kolb, y es el resultado de la superposición de las descripciones de estilos de aprendizaje de dicho modelo. Este modelo está basado en la suposición de la existencia de factores responsables de la generación de estilos de aprendizaje. De acuerdo con Kolb, los estudiantes aprenden según la manera en que prefieren recibir la información por parte del profesor (preferencias de instrucción), que puede ser: por medio de la experiencia concreta, de la observación reflexiva, de la conceptualización abstracta y de la experimentación activa.

Kolb propone organizar los estilos en pares dialécticamente opuestos. De esta forma, el estilo relacionado con la experiencia concreta es opuesto al de la conceptualización abstracta; y el de la observación reflexiva es opuesto a la experimentación activa.

McCarthy (1985, 2006) retoma el esquema de Kolb, agregando la información de las investigaciones sobre el cerebro, dando como resultado el Sistema 4MAT. Para McCarthy *et al.* (2006), la forma en la cual percibimos y procesamos la realidad es debido a cómo actúa el sistema mente-cerebro, dado que diferentes partes del cerebro procesan de manera diferente la información. Esto provoca en el individuo una forma particular de procesar la información; y a eso se le puede llamar en principio: estilo de aprendizaje. Cuando Kolb popularizó su Teoría del Aprendizaje Experimental (Kolb, 1984), se sabía poco acerca de la influencia de la hemisfericidad cerebral en la enseñanza, aprendizaje y desarrollo humano. La inclusión de la hemisfericidad cerebral como otro determinante de diferencias individuales en el aprendizaje, es una extensión más de McCarthy al modelo de Kolb. McCarthy ha trasladado una variación de hemisferio derecho e izquierdo en cada uno de los cuatro estilos de Kolb.

El sistema 4MAT combina las características mostradas en la Figura 1, de forma que representa una combinación de preferencias. Esta combinación de preferencias resulta en un par de tendencias que describen cuatro cuadrantes. En el sistema 4MAT, cada uno de estos cuadrantes se convierte en un estilo de aprendizaje diferente. Cada cuadrante y su par de descriptores describen un conjunto de tendencias y preferencias, que diferentes individuos pueden exhibir, en sus intentos por aprender. Cada estilo de aprendizaje o cuadrante está definido por la forma en que los estudiantes aprenden.

Para McCarthy el proceso continuo del sistema 4MAT se mueve desde la reflexión a la acción; la combinación de estas dos posibles elecciones en el individuo forma las diferencias individuales, a las cuales llama: estilo 1, estilo 2, estilo 3 y estilo 4.

A continuación, se mencionan las características más importantes de cada estilo, tal como las describe McCarthy (McCarthy *et al.*, 1985) y que sirven como marco de referencia para el presente trabajo:

Estilo 1. Obtienen de la enseñanza un valor personal. Disfrutan las discusiones en pequeños grupos que nutren la conversación.

Estilo 2. Guardan la verdad. Requieren exactitud y orden. Se sienten cómodos con las reglas, y construyen la realidad a partir de éstas. Son exigentes en la forma de expresión; metódicos y precisos.

Estilo 3. Se lanzan a la acción; pretenden que lo aprendido les sea útil y aplicable. No aceptan que les proporcionen las respuestas antes de explorar todas las posibles soluciones.

Estilo 4. Descubren las cosas por sí mismos. Tienen una fuerte necesidad de experimentar libertad en su aprendizaje, y tienden a transformar cualquier cosa.

En el Sistema 4MAT, los estilos de aprendizaje precedentes describen comportamientos generales. Esto significa que un estudiante no puede ser identificado con un único estilo. Las características mencionadas en cada estilo, son las que pueden ser observables con mayor frecuencia en cada individuo. Finalmente, para respetar la diversidad en la educación universitaria, los instructores requieren considerar los estilos de aprendizaje de las personas que se sientan en sus aulas

II. 2 Competencias genéricas en Física

En el caso de la Física, para este trabajo se toman como base las competencias sugeridas a desarrollar por el Proyecto Tuning América Latina (Beneitone, 2007), para el graduado en carreras de Física (físicos, ingenieros físicos, biofísicos, físicos aplicados, etc.). Lo anterior se debe a que, en México no existe la licenciatura de Profesor de Física o afín, para nivel bachillerato o universitario (como sí es el caso de Colombia, Brasil, Argentina y otros países latinoamericanos); por lo que un buen porcentaje de los profesores dedicados a enseñar Física en estos niveles, son de origen: profesionales de la misma. En segundo lugar, el Proyecto Tuning ya considera dentro de las 22 competencias específicas propuestas, una división de las mismas, que llama: “competencias cognitivas”. Lo cual permitió a su vez, complementarlas por las que se consideraron importantes a desarrollar para un profesional que se dedicará a la docencia de la Física, a saber:

1. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.
2. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.
3. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.
4. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.
5. Aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos.
6. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna.
7. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.
8. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física, identificando hipótesis y conclusiones.
9. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.
10. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.
11. Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.
12. Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
13. Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, ya sea en el laboratorio o en la industria.
14. Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología, en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional.
15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.
16. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión, tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
17. Buscar, interpretar y utilizar información científica.
18. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.
19. Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios.

20. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos.
21. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física, en términos históricos y epistemológicos.
22. Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.

En el caso de este trabajo, no se considerarán necesariamente las 22 competencias para la construcción de un ciclo de aprendizaje, sin embargo, es posible retomar algunas para construir ejemplos dirigidos a su desarrollo, en cursos de Física (García *et al.*, 2013) como se muestra en la siguiente sección.

III METODOLOGÍA

Desde el punto de vista de las nuevas tendencias en el aprendizaje de la Física, donde está en boga el llamado “modelo por competencias”, se puede apoyar a desarrollar competencias tales como:

- Plantear, analizar y resolver problemas físicos –tanto teóricos como experimentales–, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos,
- Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos,
- Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias, o
- Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas, entre otras con la implementación de ciclos de aprendizaje basado en el Sistema 4MAT.

Es importante mencionar que en el Sistema 4MAT, más que el sistema por sí mismo, lo que importa es la implementación de un ciclo de aprendizaje que contenga los ocho pasos sugeridos por McCarthy (McCarthy *et al.*, 2006) para la implementación de ciclos de aprendizaje:

Paso Uno. En el primer cuadrante nos esforzamos por revelar el significado detrás del aprendizaje. Se debe abordar mutuamente entre instructor y estudiantes la pregunta ¿por qué?

El modo derecho del cuadrante se compromete a crear una experiencia concreta relacionada al concepto. Introducir una experiencia con sentido, para que los estudiantes sean capaces de ver las conexiones con su propia experiencia.

Paso Dos. El modo izquierdo refleja aspectos de la experiencia en la calidad del análisis. Ahora los estudiantes examinan la experiencia. El método es el debate, que es el método en el primer cuadrante, pero el enfoque ha cambiado.

Paso Tres. El modo derecho del cuadrante dos intenta profundizar en la reflexión, con el objetivo de ordenar y formalizar el concepto. Se debe de buscar otro medio, otra forma de ver algo que involucra los sentidos y al mismo tiempo ofrezca la oportunidad de más reflexión. Debe crear una actividad que impulse a reflexionar sobre la experiencia y el análisis para cerrar el cuadrante uno, y que ayude a formular una profundización en la comprensión del concepto, que es el propósito del cuadrante dos.

Paso Cuatro. El modo izquierdo del cuadrante dos tiene a los estudiantes en el centro de la información conceptual. Es en este paso que la formalidad del concepto organiza la experiencia validada. Aquí es donde, el alumno dispondrá de la información relacionada con el concepto, a fin de comprenderlo en las maneras convencionales. No estamos interesados en memorizar, pues se considera la antítesis del pensamiento. Estamos subrayando que la información está relacionada con el núcleo del concepto.

Paso Cinco. En el modo izquierdo del enfoque, el estudiante reacciona a lo proporcionado en los pasos anteriores. Hacen hojas de trabajo, libros de texto, etc. Estos materiales se utilizan para reforzar el concepto y las habilidades enseñadas en el cuadrante dos.

Paso Seis. El paso seis es el pensamiento activo. Se trata de aprender haciendo, y su esencia es la solución de problemas.

Paso Siete. Este es el paso donde a los estudiantes se les pide analizar lo que han planeado como prueba de su aprendizaje.

Aquí los estudiantes están obligados a organizar y sintetizar lo que han aprendido en alguna forma personal. Este es el gran final del modo izquierdo, en este viaje de concepto de unidad. Cuando este paso cierra, deben tener un sentido acumulativo de la exploración a través de todos los pasos anteriores.

Paso Ocho. El último paso de la unidad; el paso ocho es cuando los estudiantes comparten lo que han aprendido con los demás. Se les alienta a asumir la responsabilidad de apropiarse del sentido de lo que han aprendido, para su aplicación en la vida. La culminación de este paso es extender el sentido de haber aprendido el concepto, para su aplicación en la vida.

A partir de esta secuencia de pasos, es posible el desarrollo de las diferentes competencias, como las genéricas sugeridas por el Informe Tuning, no importando el nivel o tema del que se trate.

En la siguiente sección, se muestran tres ejemplos de la implementación de estos ciclos en diferentes niveles y temas.

IV. RESULTADOS

En la presente sección se muestran tres ejemplos de la aplicación de los ciclos de aprendizaje basados en el sistema 4MAT y su contribución al desarrollo de competencias específicas de la Física. En la Figura 1, se muestra la propuesta para un ciclo de la enseñanza del tema de inercia, en estudiantes de Ingeniería en la Universidad del Quindío en Colombia (Artamonova, *et al.*, 2014):

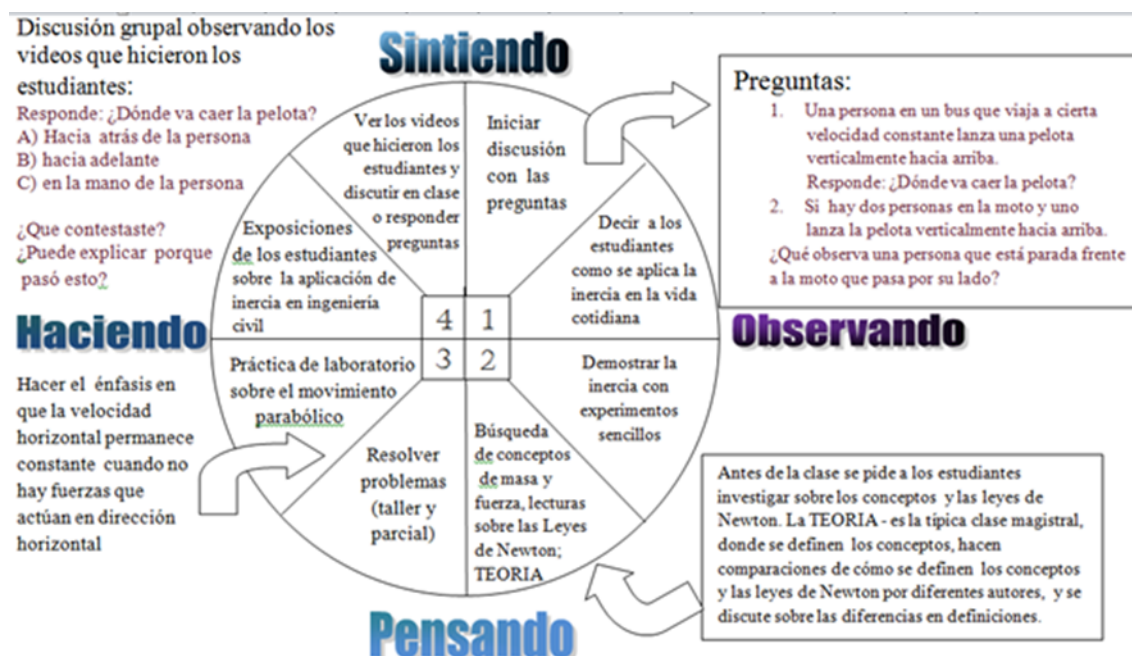


FIGURA 1. Ciclo de Aprendizaje basado en el Sistema 4MAT para la enseñanza de la inercia a nivel universitario.

Al hacer un análisis detallado de este ciclo, se puede ver que se contribuye de manera puntual al desarrollo o construcción de las competencias 1, 2, 4 y 5 al menos; y de manera transversal contribuye al desarrollo de las competencias 12, 16, 17 y 18. No debemos de perder de vista que, se tomó como base para este trabajo únicamente las competencias específicas para un graduado en Física. Sin embargo, estas competencias pueden “extrapolarse” incluso como genéricas para programas de ingeniería; análisis que se puede desprender de hacer un comparativo entre diferentes programas estudiados en Tuning. Sin embargo, cabría preguntarse: ¿Esta misma metodología es posible de implementar en un nivel diferente al universitario?

La respuesta a la pregunta anterior es un categórico “sí”; y como ejemplo, se muestra en la Figura 2 la implementación de un ciclo de aprendizaje para la enseñanza de introducción a la termodinámica, a nivel bachillerato en el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No.18, en Acapulco, México (Najera, 2015):

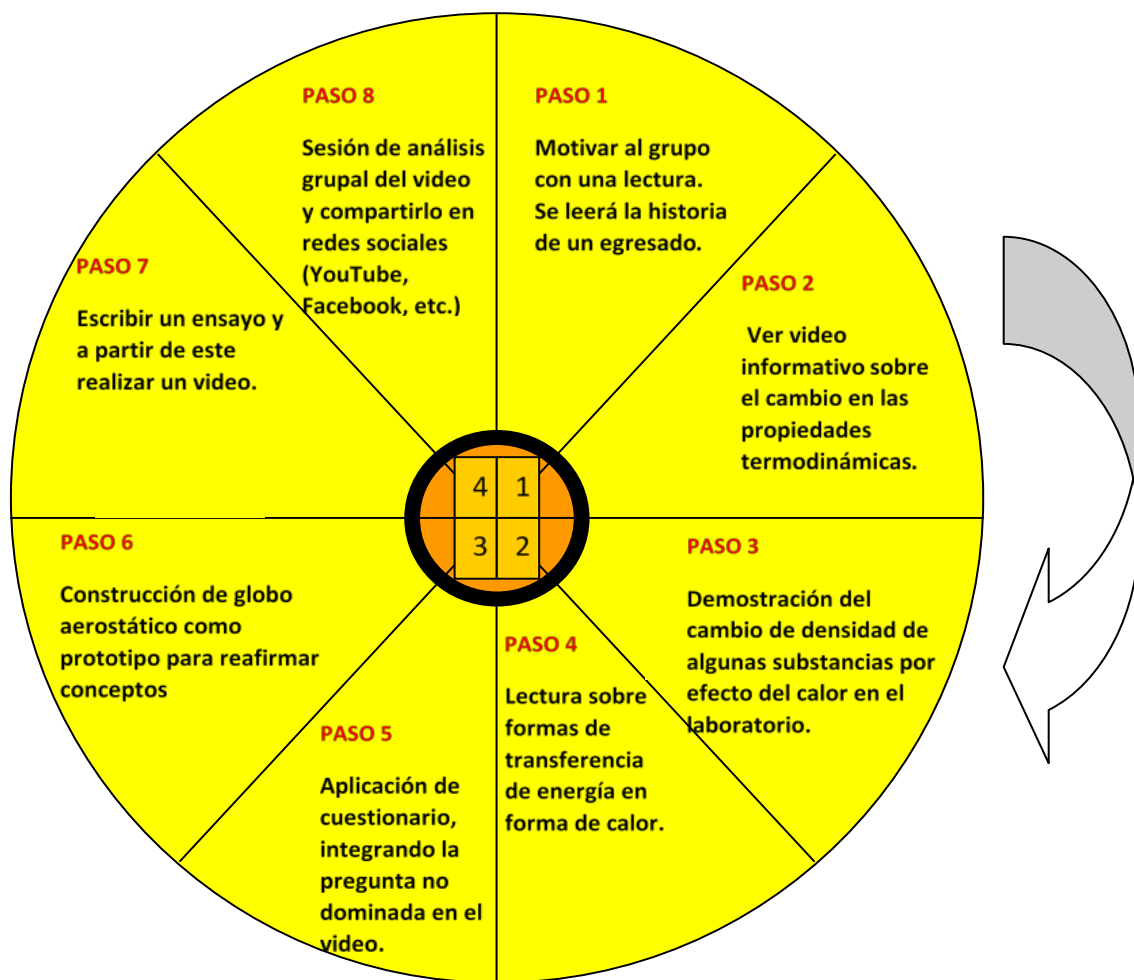


FIGURA 2. Ciclo de aprendizaje basado en el sistema 4MAT para la enseñanza de Principios de la Termodinámica en estudiantes de nivel Bachillerato.

Un aspecto importante a considerar cuando se construyen competencias es que, a diferencia del modelo por objetivos, no se trata de una meta terminal en sí misma, y por lo tanto no es del todo correcto considerar si se logró o no el desarrollo de dichas competencias, sino que se debe de tomar en cuenta el nivel taxonómico que se busca alcanzar. Se tienen diferentes taxonomías (la de Bloom es la más antigua y utilizada) que nos indican el nivel alcanzado y/o

buscado a desarrollar en el estudiante¹; así que no es extraño que en esta propuesta se tengan las mismas competencias que en la propuesta anterior, a pesar de tratarse de un nivel bachillerato. La diferencia estriba en el hecho de que se trata de alcanzar niveles diferentes.

Nuevamente podría surgir una pregunta: ¿Es posible que en los niveles bachillerato y universitario, se pueda hacer este cruce entre ciclos de aprendizaje y desarrollo de competencias? Sin embargo, ¿sería igualmente válido para niveles básicos, dado que generalmente no se imparten temas específicos de física?

En este caso podría parecer más difícil de utilizar el mismo marco teórico de los dos ejemplos anteriores; sin embargo, la construcción de un ciclo de aprendizaje sigue siendo igualmente válido. En este caso, la física (y las competencias que se pueden desarrollar a partir de esta) sirve como un medio, más que como un fin. Como ejemplo tenemos, el caso de introducir circuitos eléctricos en clases de pequeños de preescolar (Nieto *et al.*, 2014):

Circuitos Eléctricos
OBJETIVO: Desarrollar progresivamente un pensamiento reflexivo y habilidades intelectuales para manifestar los estándares de ciencias al plantear problemáticas de carga eléctrica a niños de preescolar
CAMPO FORMATIVO: Exploración y Conocimiento del Mundo. ASPECTO: Mundo Natural
1. COMPETENCIA: Busca soluciones y respuestas a problemas acerca del mundo natural. 1.1A.E. Elabora explicaciones propias para preguntas que surgen de sus reflexiones, de las de sus compañeros o de otros adultos, sobre el mundo que le rodea, cómo funcionan y de qué están hechas las cosas.
2. COMPETENCIA: Formula suposiciones argumentadas sobre fenómenos y procesos. 2.1 A.E. Plantea preguntas que pueden responderse mediante actividades de indagación. 2.2 A.E. Contrasta sus ideas iniciales con lo que observa durante una situación de experimentación y las modifica como consecuencia de su experiencia.
3. COMPETENCIA: Entiende en que consiste un experimento y anticipa lo que puede suceder cuando aplica uno de ellos para poner a prueba una idea. 3.1. A.E. Propone qué hacer y cómo proceder para llevar a cabo un experimento y utiliza los instrumentos o recursos convenientes, (globos, cables, pilas, focos, masa, popotes, etc.) de acuerdo con la situación experimental concreta. 3.2. A.E. Sigue normas de seguridad al utilizar materiales, herramientas e instrumentos al experimentar. 3.3. A.E. Comunica los resultados de experiencias realizadas.
4. COMPETENCIA: Identifica y usa medios a su alcance para obtener, registrar y comunicar información. 4.1. A.E. Recolecta muestra de aparatos eléctricos, para observar e identificar algunas características del proceso que analiza. 4.2. A.E. Observa con atención el objeto o proceso que estudia. 4.3. A.E. Pregunta para saber más y escucha con atención a quien le informa. 4.4. A.E. Registra mediante marcas propias o dibujos, lo que observa durante la experiencia y se apoya en dichos registros para explicar lo que ocurrió.

FIGURA 3. Ciclo de Indagación para la enseñanza de electricidad a nivel preescolar.

¹El estudio del nivel taxonómico es algo que escapa a los resultados de este trabajo.

En este caso, los pasos del ciclo de aprendizaje no están del todo definidos, ya que se requiere de un mayor nivel de detalle, dado el nivel al que está dirigido; sin embargo, es claro que se considera el desarrollo de competencias, que sin ser específicamente las de Tuning, se pueden equiparar.

V. CONCLUSIONES

De los ciclos de aprendizaje implementados en diferentes niveles y temas, es claro que son una herramienta valiosa (no única por supuesto) para el desarrollo de competencias. En este sentido, no solo se trata de competencias que se pueden considerar “inherentes” a la física (las competencias específicas), sino que además discurren hacia competencias consideraras genéricas, pero que pueden ser desarrolladas a partir de un curso/tema de Física. El ejemplo más palpable de lo anterior, está en la propuesta dirigida a pequeños de preescolar donde una competencia como “Identificar y usar medios a su alcance para obtener, registrar y comunicar información”, se puede desarrollar a partir de la enseñanza de los circuitos eléctricos, implementando un ciclo de aprendizaje dirigido especialmente para este tema.

En el caso de diferentes niveles educativos, el ciclo de aprendizaje puede considerar temas a diferentes niveles, dependiendo del grado de profundidad que se desee alcanzar. Además, puede cubrir con diferentes actividades a los diferentes estilos de aprendizaje, desarrollando así las competencias en diversas formas; de manera que se alcance el mayor número de estudiantes con niveles altos tanto en profundidad como en logro.

REFERENCIAS

- Artamonova, I., Ramírez, M. & Mosquera, J. (2014). Resultados cuantitativos de la aplicación del Sistema 4MAT en Mecánica en la Universidad del Quindío. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 8(4) 4511-1-8.
- Beneitone, P. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe Final Proyecto Tuning para América Latina 2004-2007*. Bilbao-ESP: Universidad de Deusto.
- García, L. & Ramírez, M. (2013). Errores conceptuales en la solución del péndulo simple. *Estudios de la Ciénega*, 14(27).
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development*. New Jersey-USA: Prentice Hall.
- López, M. & Silva, E. (2009). Estilos de aprendizaje. Relación con motivación y estrategias. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(2), 36-55.
- McCarthy, B., Samples, B. & Hammond, B. (1985). *4MAT and science toward wholeness in Science Education*. Barrington-USA: Excel.
- McCarthy, B. & McCarthy, D. (2006). *Teaching around the 4MAT cycle: Designing instruction for diverse learners with diverse learning styles*. Thousand Oaks-USA: Corwin Press.
- Najera, C. & Ramírez, M. (2015). Impacto en el grado de motivación para el aprendizaje de principios de la termodinámica utilizando el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje. *Revista Enseñanza de la Física* (por publicar).
- Nieto, G., Ramírez, M. & Ruíz, J. (2014). Ideas previas de estudiantes mexicanos de preescolar acerca de la electricidad. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 1, 22012-1-15.

Ramírez, M. (2010). Aplicación del sistema 4MAT en la enseñanza de la Física a Nivel Universitario. *Revista Mexicana de Física E*, 56(1), 29-40.

Ramírez, M. & Chávez, E. (2012). Similitudes del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje y la metodología de clases interactivas demostrativas en la Enseñanza de la Física. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 9(9), 141-155.

Solaz-Portolés, J., Sanjosé, V. & Gómez, C. (2011). La investigación sobre la influencia de las estrategias y la motivación en la resolución de problemas: Implicaciones para la enseñanza. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(4), 788-795.