

Comportamiento de estudiantes de física de diferentes estilos de aprendizaje en un ciclo de aprendizaje basado en el Sistema 4MAT

Mario H. Ramírez Díaz¹, Luís Antonio García Trujillo², David Alejandro Chávez Campos²

mramirez@ipn.mx, luis.garcia.trujillo@uadec.edu.mx, david_chavez@uadec.edu.mx

¹Departamento de Posgrado en Física Educativa, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, Av. Legaria 694, Col. Irrigación, México, D.F.

²Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila

Resumen

En algunos de los modelos educativos actuales se considera el estilo de aprendizaje del estudiante como parte del conjunto de herramientas que permiten construir estrategias de aprendizaje, sin embargo cuando se diseñan e implementan dichas estrategias con la intención de atender las necesidades de las unidades de aprendizaje, no se suele tomar en cuenta el comportamiento y reacciones que experimentan los estudiantes de diferentes estilos. En este trabajo se utiliza el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje para estudiar el comportamiento de estudiantes de Ingeniería en Sistemas, en particular en la asignatura de física, en función de su particular combinación de estilos de aprendizaje. Se muestran los rechazos o aceptación de diferentes estrategias de aprendizaje aplicadas en un ciclo que incorpora actividades para los cuatro estilos de aprendizaje propuestos por el 4MAT.

Palabras clave: Estilos de Aprendizaje, Comportamiento de los estudiantes, Aprendizaje de la física, Estrategias de Aprendizaje

Behavior of physics' students of different learning styles in a cycle of learning based in the 4MAT System

Abstract

Some of the current educational models considers the students' learning style as part of the set of tools for building learning strategies, however when these strategies are designed and implemented with the intention of attend the needs for a session class, the professor does not usually take into account the behavior and reactions experienced by students from different styles. In this work the 4MAT System of learning styles is used to study the behavior for students of Engineering Systems, focusing on the particular case of their physics class, and also according to their particular combination of learning styles. We show rejection or acceptance of different learning strategies applied in a cycle that includes activities for the four learning styles proposed by 4MAT

Keywords: Learning Styles, Students Behavior, Physics Learning, Learning Strategies

Le Comportement des étudiants de physique des différents types d'apprentissage dans un cycle d'apprentissage basé sur le Système 4MAT.

Résumé

Dans certains modèles éducatifs actuels ont considère le style d'apprentissage de l'étudiant comme une partie de l'ensemble d'outils qui lui permettent construire des stratégies d'apprentissage; or au moment de la création et la mise en œuvre de ces stratégies, qui ont le but de répondre aux besoins des unités d'apprentissage, habituellement ont ne prend pas en compte le comportement et les réactions des différents types d'élèves. Dans ce travail, on utilise le système de styles d'apprentissage 4MAT pour étudier le comportement des étudiants de l'ingénierie en systèmes, particulièrement dans le cours de physique, en fonction de leur combinaison particulière de styles d'apprentissage. On montre l'acceptation ou le rejet des étudiants sur les différentes stratégies

d'apprentissage, appliquées dans un cycle qui comprend des activités pour les quatre styles d'apprentissage proposées par le 4MAT.

Mots clés: Styles d'apprentissage, comportement des étudiants, apprentissage de la physique, stratégies d'apprentissage.

Comportamento do estudantes de física de diferentes estilos de aprendizagem en um ciclo de aprendizagem baseado no Sistema 4MAT

Resumo

Em alguns modelos educacionais atuais (tais como modelos baseados em competência atualmente em voga) é considerado o estilo de aprendizagem do aluno como parte do conjunto de ferramentas para construir estratégias de aprendizagem, no entanto, quando a concepção e implementação de tais estratégias destinam a satisfazer as necessidades das unidades de aprendizagem, não é geralmente levam em conta o comportamento e as reações experimentado pelos alunos em diferentes estilos. Neste trabalho, o sistema 4MAT de estilos de aprendizagem é utilizado para estudar o comportamento dos alunos em Engenharia de Sistemas, particularmente no assunto da física, de acordo com a sua combinação particular de estilos de aprendizagem. Rejeição ou aceitação de diferentes estratégias de aprendizagem aplicados em um ciclo que inclui atividades para todos os quatro estilos de aprendizagem propostos por 4MAT.

1. INTRODUCCIÓN

La física es una de las ciencias que presenta mayor dificultad en su entendimiento por parte de los estudiantes (Llanqueo, Jiménez-Gallardo y Liebrecht, 2013). Esta dificultad es un motivo para buscar estrategias y/o metodologías novedosas o incluso ya probadas en otras disciplinas con tal de mejorar la comprensión de los temas de física en todos los niveles. Sin embargo, los profesores de física tienden a enseñar en lo que se ha dado en llamar “forma tradicional”, donde un experto imparte una clase magistral sin tener prácticamente interacción con los estudiantes. Esta falta de interacción impide que los profesores observen el comportamiento que los estudiantes manifiestan ante sus estrategias o metodologías, tanto en el aula como en el laboratorio, e incluso en actividades extra clase. Debido a lo anterior los profesores no realizan ajustes en su estrategia de clase de manera que puedan incorporar actividades que motiven a todos sus estudiantes y no solo a unos cuantos con la clase magistral de transmisión/recepción.

Una forma de estudiar las actitudes y comportamiento de los estudiantes en general en las clases de ciencia (Kuerbis, 1990; Albuquerque, Solano y Angela, 2012) y de física en particular (Ramírez, 2010) ha sido a partir de los estilos de aprendizaje. Lo anterior es de gran importancia al considerar que en la inmensa mayoría de los programas de ingeniería y ciencias a nivel universitario los cursos de física son considerados básicos en la formación de los futuros graduados.

En este trabajo se muestra el análisis del comportamiento y actitudes de estudiantes de nivel universitario en diferentes actividades durante un curso de física, tomando como caso de estudio a estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Politécnico Nacional en México. Las actividades en las que se realizó el análisis fueron diseñadas e implementadas en un ciclo de aprendizaje basado en el Sistema 4MAT de la psicóloga Betrice McCarthy (McCarthy and McCharthy, 2006), de manera que se implementaron actividades dirigidas a “potencializar” los 4 diferentes estilos de aprendizaje propuestos por el sistema. Específicamente se diseñaron,

implementaron y analizaron cuatro actividades que se detallarán más adelante: Discusión Grupal, Clase Teórica Tradicional, Práctica de Laboratorio y Exposición de Temas por parte de los estudiantes. En cada actividad se detalla el comportamiento mostrado por los estudiantes y la actitud (positiva o negativa) mostrada por los estudiantes en función del estilo de aprendizaje preponderante en cada uno.

2. MARCO TEÓRICO

La investigación educativa ha demostrado que la introducción del concepto de estilos de aprendizaje en la enseñanza de diversas disciplinas, contribuye a mejorar el desempeño de los estudiantes, aumentando su comprensión y el espíritu crítico de sus cuestionamientos (Ramírez, 2014). Tal es el caso del Sistema 4MAT, del cual se han reportado estudios de su efectividad al aplicarse directamente a estudiantes de bachillerato y universitario de diversas disciplinas incluyendo en los últimos años a la física (García et. al., 2010, Rosado & Guzmán, 2011).

El Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje es el resultado de la superposición de las descripciones de estilos de aprendizaje del modelo de Kolb (Kolb, 1984). Este modelo está basado en la suposición de la existencia de factores responsables de la generación de estilos de aprendizaje. En el Sistema se combinan las preferencias de los estudiantes para aprender. Ahora bien, para Samples, Hammond y McCarthy (Samples, Hammond y McCarthy, 1985, pp. 29):

“esta combinación de preferencias da como resultado un par de tendencias que describe cuatro cuadrantes. En el Sistema 4MAT, cada uno de estos cuadrantes se convierte en un estilo de aprendizaje. Cada cuadrante, junto con su par descriptor, delinea un conjunto de tendencias y preferencias que diferentes personas exhibirían en sus intentos de aprender y enseñar.”

Los estilos de aprendizaje se definen en el Sistema 4MAT de acuerdo con la forma en que los estudiantes perciben y procesan la información. A continuación se mencionan las características más importantes de cada estilo, las cuales

sirvieron como base para diseñar la investigación que aquí se reporta:

- 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.

Por otra parte, en el Sistema 4MAT los estilos de aprendizaje precedentes describen comportamientos generales, lo que 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. De acuerdo con esto, la forma en que aprenden los estudiantes un concepto determinado depende del(los) estilo(s) de su preferencia.

3. METODOLOGÍA

Tomando como base el Sistema 4MAT descrito en la sección anterior se procedió a diseñar un ciclo de aprendizaje que incluyera actividades dirigidas específicamente a cada uno de los 4 estilos de aprendizaje, lo anterior debido a que como comenta McCarthy:

“Los estilos de aprendizaje no son lo más importante si estos no ofrecen una guía para los maestros. Esta guía es un ciclo de aprendizaje” (McCarthy and McCarthy, 2006, pp.1).

El tema elegido para llevar a cabo el diseño del ciclo fue Fuerza, esto debido a que es un tema de suma importancia en el aprendizaje de la física y por lo mismo común para la mayoría de los programas de física a nivel universitario. El diseño e implementación del ciclo de aprendizaje es el resultado de una investigación más amplia, en este trabajo se presentan los resultados del análisis del comportamiento y actitudes de los estudiantes en cada una de las actividades del ciclo, no obstante se pueden encontrar detalles más profundos del diseño y aplicación del ciclo en Ramírez (2010). El ciclo de aprendizaje propuesto fue el siguiente (Figura 1):

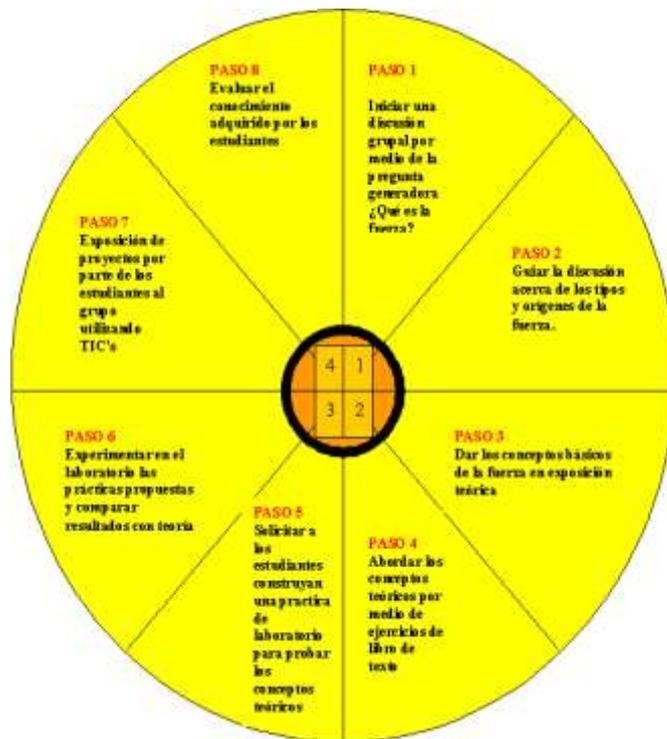


Figura 1. Ciclo de Aprendizaje para mostrar el concepto de Fuerza por el Sistema 4MAT.

El ciclo de aprendizaje diseñado con base en el Sistema 4MAT se probó en dos grupos de estudiantes de séptimo semestre, uno matutino y otro vespertino, pertenecientes al programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional en México (ESCOM-IPN). El grupo matutino estuvo conformado por 9 estudiantes, mientras que el grupo vespertino por 8, el rango de edades en ambos grupos osciló entre los 20-24 años.

El diseño de las actividades y análisis de estas dentro de la investigación se realizó en conjunto por el equipo de investigación, sin embargo, la implementación de las actividades en ambos grupos en la ESCOM-IPN se llevó a cabo por un solo profesor, el cual también forma parte del grupo de investigación.

Como medio de registro y posterior análisis las actividades sugeridas en el ciclo de aprendizaje se decidieron video grabarlas. Las estrategias se dirigieron a enseñar el concepto de fuerza en sesiones de hora y media de duración, y se diseñaron para trabajar solo con un estilo de aprendizaje por sesión, por lo que el ciclo de aprendizaje se completó en cuatro sesiones. Cada actividad se diseñó por separado, sin embargo se plantearon de manera que el final de una fuera ligada con el principio de la siguiente, tal como lo pide el ciclo de aprendizaje.

Por otro lado, para este trabajo se decidió realizar un estudio de tipo cualitativo, siguiendo el esquema sugerido por Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (Sampieri, Fernández-Collado y Baptista, 2006), de manera que las características principales del estudio fueron:

- Los investigadores son el instrumento de medida ya que todos los datos fueron filtrados por el grupo de investigación.

- Estudio intensivo a pequeña escala ya que la muestra es pequeña.
- Método de generar teorías e hipótesis ya que el estudio es local y genera la posibilidad de estudios a mayor escala.
- El diseño fue emergente, se fue elaborando a medida que avanzaba la investigación.
- Serendipya ya que se podían incorporar hallazgos no previstos en el diseño.

En la investigación cualitativa se pueden utilizar técnicas de recogida de datos tales como las video grabaciones. Con esto se pretende estudiar lo que la gente “dice y hace”, en lugar de lo que “dice que hace” más propio de las encuestas y métodos cuantitativos. En la metodología cualitativa el análisis de datos va paralelo a la recogida de los mismos. No se distinguen como fases distintas. Hay una interacción permanente entre observación e interpretación; datos recogidos y análisis; en definitiva, acción-reflexión.

Por otro lado, dentro de este trabajo se realizó observación participante, ya que uno de los autores es profesor del curso de física estudiado y es el que aplica directamente las estrategias diseñadas.

Bajo esta metodología se desarrolla la investigación a partir de los datos recogidos al aplicar y video grabar las estrategias contenidas en el ciclo de aprendizaje propuesto. En las siguientes secciones se muestra a detalle el trabajo de diseño y aplicación de cada estrategia.

La caracterización de los estudiantes pertenecientes a cada grupo en función de su estilo de aprendizaje en el Sistema 4MAT, se llevó a cabo mediante un cuestionario en línea que permite conocer no solo el estilo preponderante del estudiante, sino la combinación de estilos de aprendizaje que presentan particularmente (Anexo 1). Lo anterior permitió conocer el estilo de aprendizaje de cada uno de los estudiantes y por lo tanto ver el comportamiento y actitudes que presentaron en cada actividad, tanto las orientadas a su propio estilo como las que les eran menos cercanas.

4. Resultados

4.1 Primera Actividad: Discusión

El esquema general de la discusión se hizo de manera similar al estudio de Hammer (Hammer, 1995), en el cual se estudió los errores y desvíos conceptuales de los estudiantes en física, en particular sobre el tema de fuerza gravitacional, no obstante es una estrategia de uso común para diferentes temas de física como equilibrio térmico (Cindra y Baierl, 2004) o incluso cambio climático (Pina y Zolacir, 2010). Hammer estudió por medio de la discusión grupal, diferentes perspectivas que tienen los maestros al organizar su pensamiento y cómo auxilian a los estudiantes en este proceso. Hammer realizó la discusión grupal acerca del tema de si la fricción o la gravedad afectan el movimiento de una pelota al deslizarse, en estudiantes de nivel bachillerato. Hammer grabó en video las sesiones y actuó únicamente como moderador, es decir, no emitió juicios acerca de los conceptos que vertían los estudiantes. Posteriormente a la discusión, Hammer realizó el análisis de la misma y estudió los errores conceptuales encontrados, lo cual constituyó el foco de su investigación.

La ventaja que se obtuvo de seguir este esquema fue tener en principio un punto de comparación con un estudio similar, además permitió encontrar conceptos errados (aquellos que se contradicen con el significado que la física asigna como correcto) y desviados (aquellos que no perteneciendo al ámbito de la física se podría considerar correcta en otro ámbito del conocimiento) en los estudiantes que pudieron ser abordados y eventualmente eliminarlos en los siguientes pasos del ciclo de aprendizaje al reforzar las actividades orientándolas directamente a clarificar estos conceptos (Ramírez, González y Miranda, 2009).

La discusión se llevó a cabo en el laboratorio de física de la ESCOM-IPN, donde a los estudiantes se les pidió que se sentaran formando semicírculo. Durante el tiempo que duró la discusión el profesor, en ningún momento, enjuició las respuestas de los estudiantes; es decir, él sólo fue un moderador de la discusión.

La discusión fue grabada en video, para lo cual se utilizaron dos video cámaras. Una permaneció fija, frente al grupo; la otra, móvil. Con esta última se filmó la participación de cada estudiante. Como se mencionó en la sección anterior, se conformaron dos grupos uno matutino de 9 estudiantes y uno vespertino de 8, en ambas la discusión tuvo una duración aproximada de 25 minutos.

El profesor inició con una breve presentación sobre el uso del término “fuerza” en nuestro lenguaje común, sin mencionar el concepto de fuerza al grupo, comentando únicamente como es de uso cotidiano y como se ha mencionado cotidianamente en los cursos previos de ciencias en general, con esto pasa la pregunta generadora de la discusión entre pares con los estudiantes ¿qué es para ustedes la fuerza?.

Posteriormente se realizó la transcripción de la discusión grabada, registrándose lo expresado por los estudiantes en cada una de sus intervenciones dentro de la charla.

Algunas de las situaciones observadas al llevar a cabo la discusión fueron las siguientes:

- En el caso de los estudiantes de estilo 1 se observó que estos no necesariamente son los más participativos en la discusión. En el curso de la investigación se pudo constatar que los estudiantes del estilo 1 manifiestan sus errores conceptuales y tratan de reestructurar sus respuestas cuando escuchan las respuestas de otros sin importar si dichas respuestas son correctas o erróneas. Estos estudiantes participaron cuando sintieron que su argumento no provocaba conflictos.

- Para los estudiantes de tipo 2, participar en la discusión es incómodo dado que para este estilo prefieren la opinión de los expertos y no consideran así a sus compañeros en la discusión. Sin embargo al desarrollarse la charla los estudiantes estilo 2 buscan participar introduciendo conceptos teóricos al sentir la falta de formalidad en los términos vertidos por el resto de los compañeros. En este esfuerzo por introducir conceptos formales y abstractos en la discusión (con los que se sienten cómodos los estudiantes estilo 2) suelen incurrir en imprecisiones las cuales son detectadas como errores conceptuales por parte del profesor, pero para el resto del grupo es más difícil discutir dado el nivel abstracto del concepto y el lenguaje formal utilizado, provocando con ello que algunos estudiantes (en particular los estilo 1 con tal de no entrar en conflicto) procuren seguirlos otorgándoles el nivel de

experto y conductor de la charla, situación en la que los estudiantes estilo 2 se desenvuelven mejor.

- Para los estudiantes estilo 3, resulta más incómodo participar en una discusión que para los estilos 2 dado que ésta no presenta ejemplos concretos del concepto en discusión. Los estudiantes estilo 3 manifiestan su opinión o duda relacionando el concepto con ejemplos prácticos. Como se mencionó en secciones anteriores los estudiantes de estilo 3 prefieren cuando se procede en primer lugar a enseñar el concepto de manera abstracta y en segundo lugar lo prueban experimentalmente por sí mismos. En este trabajo encontramos que al no seguir el proceso mencionado, los estudiantes estilo 3 manifiestan errores conceptuales, al no establecer una relación correcta en su argumento entre el ejemplo práctico y el concepto teórico.
- Para los estudiantes estilo 4, la discusión, a pesar de no ser su forma favorita de aprender, les resulta cómoda, dado que una de sus características es pretender influir en las opiniones de sus compañeros. En ese afán de influir suelen introducir términos no relacionados directamente con el concepto en discusión. Lo anterior puede tener dos efectos, en primer lugar desarrollan conceptos errados para sí mismos y en segundo lugar crean confusión en el grupo.

4.2 Segunda Actividad: Clase Teórica Tradicional

La clase se desarrolló como una clase tradicional por parte del profesor, planteando los antecedentes del tema, exponiendo los principios teóricos, desarrollando las ecuaciones correspondientes, resolviendo problemas, solicitando a los estudiantes que resuelvan problemas tipo y finalmente resolver dudas. Cabe señalar que este tipo de secuencia es la usual y no deja de ser importante para el aprendizaje de la física (Belluco & Pessoa, 2014). El grupo de estudio fue el mismo de 14 estudiantes, en dos sesiones. Al terminar la clase el profesor propuso una lista de problemas a resolver como apoyo a lo presentado en clase. Con las acciones mencionadas en esta sección, se cubren los pasos 3 y 4 del ciclo de aprendizaje propuesto en la Figura 1.

En este trabajo no se pretende profundizar en el estudio del lenguaje corporal. Sin embargo, basados en lo observado en las video grabaciones y en el trabajo de Siegman y Feldstein, (Siegman & Feldstein, 1987) es importante establecer que en las cuatro actividades propuestas para cubrir el ciclo de aprendizaje los estudiantes de los diferentes estilos presentan comunicación no verbal particular dependiendo de su estilo de aprendizaje individual y la orientación de la actividad. En el caso de la clase teórica, es importante señalar que también son relevantes los gestos y el lenguaje corporal del profesor, dado que en esta actividad es la única donde es de suma importancia el papel del “experto” para el estilo 2.

Al igual que los estudiantes, el profesor realizó el cuestionario de estilo de enseñanza, dando por resultado ser estilo 2. Debido a lo anterior resultó ser el profesor ideal para probar la estrategia de la clase teórica. El profesor al dar su exposición, en pocas ocasiones tenía contacto visual con los estudiantes, en muchas ocasiones “hablaba con el pizarrón” al dar sus explicaciones. Sus movimientos se restringieron a un espacio de un metro por delante del pizarrón al frente y a la distancia del pizarrón a los lados. Los gestos del profesor se redujeron al mínimo, sobre todo al desarrollar ecuaciones. En el extremo

contrario, el profesor fue más expresivo cuando explicó los antecedentes del tema. En su contacto físico con los estudiantes este fue nulo en ambas sesiones (matutina y vespertina). Otro aspecto importante de la comunicación no verbal es la forma de escribir en el pizarrón, en este sentido, el profesor utilizó un solo color al escribir en el pizarrón, manteniendo un orden en su escritura, de arriba abajo, de izquierda a derecha, dividiendo el pizarrón en tres columnas. Con esta descripción general de lo observado sobre el profesor, se pudo prestar atención al impacto sobre los estudiantes de los diferentes estilos presentes en la clase, este impacto se puede resumir en los siguientes puntos:

- Los estudiantes Estilo 1, al no sentir el contacto visual se sienten incómodos, solo escuchan la clase y son disciplinados, pero al no existir intercambio con el profesor y sus compañeros terminan por no aprovechar el material al máximo.
- Los Estudiantes Estilo 2, se sienten cómodos, son disciplinados, su atención se centra en el material, no en el profesor, cuando se presentan los ejemplos son los primeros en presentar dudas, no se intimidan en este tipo de estrategia.
- Los Estudiantes Estilo 3, a pesar de sentirse cómodos en clase, suelen presentar periodos de “aburrimiento” el cual se manifiesta en bostezos, actitudes corporales de rechazo, tales como brazos cruzados, movimientos continuos en su asiento entre otros. Esta actitud sin embargo se revierte al presentarse los ejercicios de ejemplo, en los cuales son muy participativos.
- Los Estudiantes Estilo 4, se sienten incómodos en este tipo de estrategia, fue notoria su ausencia en la clase, prefirieron no asistir a este tipo de clase y contactar al profesor después de la clase para “pedir apuntes y tareas”, manifestaron que este tipo de clase “les aburre”. Al terminar la clase y recibir las instrucciones para el trabajo extra clase, se pudo ligar con el siguiente paso, el paso 5 del ciclo de aprendizaje, para tal efecto se proporcionó una lista de materiales de laboratorio a utilizar, así como una “práctica” propuesta, para su análisis y que se describe a detalle en la siguiente sección.

4.3 Tercera Actividad: Clase de Laboratorio

La clase de laboratorio (práctica) se llevó a cabo en el laboratorio de física de la ESCOM-IPN. En esta práctica se utilizó un riel de aire, pesas de diferentes masas (entre 5 y 100 gramos), un cronómetro electrónico, una polea y un tren deslizante, y el objetivo de esta práctica es “Determinar el cambio en la cantidad de movimiento de un objeto que se desplaza en línea recta al variar masa y velocidad”.

A los estudiantes se les proporcionó un manual con la práctica propuesta junto con los problemas de la clase tradicional, pero se les indicó que no era obligatorio seguirlo, sino que se podía utilizar como consulta o guía, solicitando que ellos dieran una propuesta.

En el laboratorio, el profesor únicamente mostró la forma en la cual trabajan los dispositivos y equipo de laboratorio, dejando posteriormente en total libertad a los estudiantes el manejo de los mismos para probar sus propuestas y que corroborarán o refutarán el concepto de fuerza que recibieron en la clase teórica y que se introdujo en la

discusión. El objetivo fue observar y analizar cómo los estudiantes de cada estilo reaccionaban en esta estrategia diseñada con el Estilo 3.

Los estudiantes incorporaban masas al “carrito”, utilizaron el disparador, que a su vez arrancaba el cronómetro, y observaban el tiempo que tardaba en recorrer cierta distancia con cierta masa. Incorporaban masas diferentes y observaban la variación de tiempo en el recorrido de la misma distancia. Los estudiantes incorporaban variaciones de este esquema inicial, al utilizar la gravedad, amarrando masas al otro lado de la polea y notando la variación de tiempo al aumentar la masa, al recorrer el carro la distancia total del riel. En otros momentos, los estudiantes, no utilizaron el disparador, sino que con su propio empuje vieron la variación en la distancia recorrida por el carro.

En general el comportamiento observado al realizar la práctica por parte de los estudiantes de los diferentes estilos fue el siguiente:

- Los estudiantes Estilo 1 fueron quienes tomaron la iniciativa en el trabajo de laboratorio, esto se debe a dos razones, la primera, que al ser solicitado en la sesión previa que se realizara un propuesta de práctica, ésta se realizó en equipo, que es la forma favorita de trabajar de los estudiantes Estilo 1, esta situación provoca “confianza” en los estudiantes para iniciar el trabajo de laboratorio. En segundo lugar, la dinámica propia del trabajo de laboratorio exige trabajo en equipo, por lo que los estudiantes Estilo 1 se sienten cómodos con ellos. Por otro lado, a pesar de que el trabajo se lleva en equipo, los estudiantes Estilo 1 terminan por “perderse” en el trabajo técnico que implica la realización de la práctica. Apoyan al equipo en actividades como tomar datos o reacomodar pesas, pero procuran no manejar el equipo.

- Los estudiantes Estilo 2 no mostraron mucho interés en la manipulación del equipo, preferían fungir como “expertos” en las indicaciones de que hacer para comprobar los conceptos vistos en clase. Eran quienes presentaron una “práctica” escrita más ordenada y apegada a la práctica proporcionada previamente. En el desarrollo de la práctica ellos se interesaron por recabar información y realizar “cálculos” aún antes de terminarla. Se sintieron incómodos al introducir variaciones en el desarrollo de la práctica por otros estudiantes, cuando otros estudiantes se preguntaban ¿y qué pasa si...? Preferían terminar lo más pronto posible la actividad y continuar con otra cosa.

- Los estudiantes Estilo 3 fueron quienes se sintieron más cómodos al manipular el equipo. Al estar manejando el equipo son los primeros que argumentan el cómo se comprueban o desechan las hipótesis planteadas sobre los conceptos (en este caso el concepto de fuerza). Tienen a ir más allá de lo que marca la práctica, en este sentido se complementan con los estudiantes Estilo 4. Suelen “aislar” a los compañeros menos hábiles en el manejo del equipo, entran un poco en conflicto con los estudiantes Estilo 2 al no seguir al pie de la letra lo indicado en la práctica previamente propuesta.

- Los estudiantes Estilo 4 se sintieron cómodos en la realización de la práctica. Tardaron un poco en incorporarse a la dinámica del trabajo de laboratorio, esto se debe a no sentirse cómodos al seguir las indicaciones de la práctica previamente propuesta. Al darles a los estudiantes la libertad de utilizar el equipo bajo su responsabilidad, los estudiantes Estilo 4 son quienes más proponen cambios, siempre bajo la pregunta ¿Qué pasa

si...? Suelen desestimar las participaciones de los estudiantes Estilo 2 acerca de realizar la toma de datos. No les son de interés los datos, sino ver en acción al equipo y obtener conclusiones de estas observaciones.

Después de terminar esta actividad, los estudiantes podían confrontar sus ideas previas o preconcepciones sobre el concepto de fuerza (estrategia 1, discusión) con el concepto teórico formal (estrategia 2, clase teórica tradicional) y la observación del fenómeno físico directamente (estrategia 3, práctica de laboratorio). Esta confrontación permitió solicitar a los estudiantes que utilizarán este conocimiento para realizar una exposición de un tema de manera libre, de manera que manifestaran como introducirlo en su vida diaria, orientado en particular sobre la carrera que cursan (Ingeniería en Sistemas Computacionales).

Para cumplir este objetivo se dio la libertad a los estudiantes de realizar dicho trabajo de manera individual o en equipo, utilizar el material didáctico de su elección (pizarrón, cañón, presentaciones en Power Point, dinámicas de grupo, etc.), la única restricción fue incorporar el tema de fuerza en su exposición.

4.4 Cuarta Actividad: Exposición

La exposición, a pesar de ser dirigida hacia el grupo y autorizar que se realizara en equipos de estudiantes, permite estudiar las reacciones de los estudiantes de manera individual. Los tres aspectos que se pudieron observar fueron, en primer lugar, la forma en que exponen a un público los estudiantes en función de su estilo de aprendizaje, en segundo término, los errores conceptuales o desviados que manifiestan los estudiantes después de las cuatro actividades, lo que permite una primera evaluación del ciclo de aprendizaje y finalmente, estudiar el lenguaje corporal de manera más directa de cada estudiante y poder establecer una relación con su estilo de aprendizaje particular.

Se pueden englobar las características generales de las exposiciones en función del estilo de aprendizaje de la siguiente forma:

- Los estudiantes de Estilo 1 no son muy participativos en el desarrollo de su exposición, dejando a otros compañeros el rol principal en esta. Un aspecto interesante es el hecho de que todos los estudiantes Estilo 1 presentaron su trabajo en equipo. Otro hecho interesante de señalar es que se encontraron coincidencias con lo encontrado en la discusión de la primera actividad, los estudiantes Estilo 1, suelen conciliar con las ideas de sus compañeros para no entablar conflicto, en el caso de sus trabajos estos presentaron una colaboración sobre todo en el aspecto de organización de la exposición más que del contenido de la misma. Fue notorio que se apegaron totalmente en el desarrollo de sus programas a lo establecido en el texto, y, en los equipos que incluían estudiantes Estilo 2 o 3, a la opinión de estos. En la ronda de preguntas al final de la exposición los estudiantes Estilo 1 se mostraron nerviosos al responder, prefiriendo cuando fue posible que otros estudiantes respondieran.

- Los estudiantes Estilo 2, a diferencia de los Estilo 1, prefieren exponer individualmente, o en su defecto, formar equipos con estudiantes de estilo similar al suyo. El tipo de trabajo que presentaron este tipo de estudiantes fue muy peculiar, expusieron trabajos donde realizaron simulaciones de computo, pero explicando el proceso de

programación, las características del paquete que se utilizó para la realización de la simulación. En algún caso particular, el estudiante mostró una serie de ecuaciones (de un nivel claramente más elevado a lo que se pedía en la exposición), para explicar su proyecto, este tipo de exposición no permitió al resto del grupo realizar preguntas, ya que se “intimidó” ante el nivel teórico mostrado por el expositor, sin embargo, para el profesor resultó evidente que dicho desarrollo matemático estaba equivocado. El ejemplo descrito anteriormente hace claro que los estudiantes Estilo 2 prepararon su exposición dirigiéndola hacia el profesor, no al resto del grupo, ya que lo consideran el experto y sólo les es interesante su aprobación. Fue claro que en los trabajos presentados por este tipo de estudiantes les es incómodo exponerlos, situación que al igual que en el punto anterior, confirma lo encontrado en la primera actividad.

- Los estudiantes Estilo 3, presentaron su trabajo con un alto grado de desarrollo en el aspecto de cómputo. Los problemas que simularon en realidad eran simples, directos, pero el trabajo de programación realizado superaba en mucho al hecho por los estudiantes de otros estilos. La exposición de estos estudiantes, presentó un énfasis mayor en la interfaz gráfica y la simulación en sí misma que en el concepto a estudiar que era la fuerza. Estos estudiantes trabajaron por lo general en equipo, pero asumieron el rol de líder del equipo. Al responder las preguntas del grupo desviaron la atención hacia su simulación en lugar de los aspectos físicos.

- Los estudiantes Estilo 4, fueron los que se sintieron más cómodos en la actividad. Pudieron desarrollar ideas propias y usar la creatividad para su exposición. Como ejemplo de lo anterior, un estudiante Estilo 4, para ejemplificar las fuerzas involucradas en el tiro parabólico, filmó un experimento, el tirar una pelota y seguir su bote, realizó un programa donde se introdujeron los datos mostrados en su filmación, y realizó la simulación del movimiento, obteniendo datos de fuerza, impulso, aceleración de la gravedad, finalizando por una serie de preguntas y respuestas en las cuales se orientó más sobre el experimento que realizó y la forma de simular. El grupo por su parte, mostró un mayor gusto por este tipo de exposición, donde, a pesar de que se mostraron algunas ecuaciones no se profundizó más allá de lo necesitado por el tema (como si lo hicieron los estudiantes Estilo 2), se utilizó la programación sin perder de vista el tema principal (como paso con los estudiantes Estilo 3) y asumieron el papel principal de la exposición (como no pasó con los estudiantes Estilo 1).

El lenguaje corporal observado en los estudiantes en esta primera etapa hizo evidente que los estudiantes estilo 2 muestran rechazo a intervenir en un principio de la discusión. Sin embargo, conforme ésta se desarrolla demuestran un mayor interés en participar, sin implicar con ello una gran comodidad en la actividad.

CONCLUSIONES

Después de implementar el ciclo de aprendizaje considerando las cuatro actividades relatadas en las secciones anteriores se puede observar que los estudiantes se encuentran cómodos en al menos una ellas. Es importante tener en cuenta que-al menos en principio-esta comodidad no debe de interpretarse como la adquisición del

concepto ni como una buena nota al final.

La importancia de que todos los estudiantes manifiesten interés y comodidad en alguna de las actividades radica en llevar a un mayor número de estudiantes a desarrollar su potencial para el aprendizaje de temas de física (en este caso del concepto de fuerza) en función de su estilo de aprendizaje, situación que no se presenta con las clases magistrales, en las cuales solo una parte de los estudiantes, los estilo 2 de acuerdo al Sistema 4MAT, muestran un mayor interés y tienen actitudes positivas. No se puede perder de vista que el desarrollo e implementación de actividades dirigidas a los cuatro estilos de aprendizaje dentro de un ciclo estará a cargo de un profesor o grupo de profesores que de manera particular tienen también un estilo de enseñanza propio y que esto puede sesgar hacia su propio estilo las actividades. En este trabajo, el profesor que atendió las cuatro actividades tiene un estilo 2 preponderante de enseñanza, no obstante procuró situarse en el “centro” y no favorecer la actividad 2 o a los estudiantes de su propio estilo. La capacitación de los profesores en este tipo de metodologías son fundamentales para su éxito, ya que una implementación con desconocimiento puede llevar al ciclo de aprendizaje a caer en una serie de actividades que provoquen una actitud negativa por parte de los estudiantes y rechazo (Ramírez & Chávez, 2010).

Por otro lado, el desarrollar actividades dirigidas a todos los estilos contribuye no solo a que aprovechen al máximo la actividad dirigida a atender el estilo de aprendizaje preponderante del estudiante, sino que además se retroalimenten de actividades dirigidas a otros estilos y potencialicen y refuercen el concepto que se está tratando de aprender. La ventaja de utilizar un ciclo de aprendizaje es que las actividades están ligadas, de manera que después de la discusión grupal donde los estudiantes manifiestan sus conocimientos previos (observación reflexiva) se pasa a formalizar el concepto (conceptualización abstracta), probarlo experimentalmente (experimentación activa) y finalmente a tener una idea en el mundo real de la utilidad y aplicación del concepto (experiencia concreta), de manera que al terminar el ciclo se está en posición de iniciar uno nuevo. En este sentido es de destacar que, a pesar de tener actitudes de aceptación o rechazo en las diferentes actividades dependiendo del estilo particular de aprendizaje, los estudiantes manifestaron un avance en el aprendizaje del concepto de fuerza, el cual fue evidente en la actividad 4, donde a pesar de ser una actividad recomendada para estimular al estilo 4 de aprendizaje los estudiantes expusieron claramente en función de su propio estilo como se detalló en las secciones anteriores.

Derivado de las actitudes y comportamiento de los estudiantes en las diferentes actividades se pueden establecer estrategias para mejorar la clase del profesor, como ejemplo en el siguiente cuadro se tiene una muestra con el grupo matutino donde se compara su comodidad con la actividad 1, la discusión, y su actividad favorita:

Estudiante	Comodidad en la Discusión	Actividad de aprendizaje favorita	Combinación de Estilos de aprendizaje
1	Medio	Practica de Laboratorio	1-4-2-3
2	Nulo	Clase Teórica	2-3-1-4
3	Medio	Clase Teórica	2-1-4-3
4	Medio	Practica de Laboratorio	4-3-1-2
5	Medio	Clase Teórica	3-1-4-2
6	Alto	Discusión	1-2-4-3
7	Medio	Clase Teórica	2-1-3-4

Tabla 1. Comodidad en la discusión y actividad favorita de los estudiantes.

Es importante notar que, a pesar de tener una actividad favorita no existe por parte de los estudiantes rechazo o incomodidad en la actividad 1. Por otro lado, no necesariamente los estudiantes manifestaron una actividad favorita relacionada directamente con su estilo de aprendizaje, el estudiante 1 tiene un estilo de aprendizaje preponderante 1 y su actividad favorita fue la clase laboratorio (dirigida al estilo 3) al igual que el estudiante 4 cuyo estilo de aprendizaje preponderante es el 4, mientras que el estudiante 5 prefirió la clase teórica (dirigida al estilo 2) teniendo estilo de aprendizaje preponderante 3. Esta situación muestra que estudiantes de todos los estilos pueden sentir comodidad y manifestar aceptación a actividades dirigidas a todos los estilos y no solo al que les es preponderante.

Las muestras de rechazo que se narraron en la sección anterior se atenuaban o desaparecían cuando se cambiaba de actividad, lo cual fue evidente en la observación y análisis de los videos. Al trabajar en conjunto ya sea todo el grupo (actividad 1) o en pequeños grupos (actividades 3 y 4) las actitudes de negativas o de rechazo de algún/os estudiantes se compensaban por las actitudes positivas del resto o por la intervención del profesor para estimular al estudiante.

Finalmente, el comportamiento de los estudiantes en función de su estilo de aprendizaje permite al profesor, previa caracterización del grupo, conocer en qué actividad tendrá mejor respuesta por parte de los estudiantes o en caso contrario en cual encontrará mayores resistencias y por lo tanto adecuar dichas actividades para fomentar un mayor interés en función del estilo de aprendizaje preponderante en el grupo.

REFERENCIAS

Albuquerque, L., Solano, I. and Angela, E. (2012). *Um referencial teórico-metodológico para o desenvolvimento de pesquisas sobre atitude: a Teoria do Comportamento Planejado de Ick Ajzen*. Rev. Electrón. Investig. Educ. Cienc., vol.7, no.1, p.22-31.

Belluco, A. & Pessoa de Carvalho, A. (2004). *Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton*. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 31, n. 1, p. 30-59.

Cindra, J. & Baierl, O. (2004). *Discussão conceitual para o equilíbrio térmico*. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 21, pp. 176 - 193.

García A., Estrada J., Mendoza, E. García, A., Mendoza L., Díaz, J. (2010). *La detección de conceptos erróneos en la clase de física mediante una estrategia del estilo de aprendizaje 1 del 4MAT en alumnos del nivel medio superior*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 4, Suppl. 1.

Hammer, D. (1995). *More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research*. American Journal of Physics, 64 (10), 1316-1325.

Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development*. Englewood cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Kuerbis, P. (1990). *Matérias de pesquisa em ensino de física estilos de aprendizagem e o ensino de ciencias* Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 7 (1): p. 44-49.

Llancaqueo, A., Jiménez-Gallardo, C. and Lebrecht Díaz-Pinto, W. (2013). *Aprendizaje de los conceptos de fuerza y energía en estudiantes de ingeniería: un estudio exploratorio*. Rev. electrón. investig. educ. cienc., Vol.8, no.1, p.14-23.

McCarthy, B. and McCarthy, D. (2006). *Teaching Around the 4MAT Cycle: Designing Instruction for diverse Learners With Diverse Learning Styles*. Thousand Oaks, California. Corwin Press.

Pina, A. & Zolacir, T. (2010). *Mudanças Climáticas: reflexões para subsidiar esta discussão em aulas de Física*. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. 3: p. 449-472.

Ramírez, M. (2014). *El Sistema 4MAT, Estilos de Aprendizaje en la enseñanza de la Física a nivel universitario*. Málaga, España, EUNED, Universidad de Málaga.

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

Ramírez, M. & Chávez, E. (2010). *Introducción del sistema 4mat de estilos de aprendizaje para la práctica innovadora en la enseñanza de ciencias, caso universidad autónoma del estado de Hidalgo, México*. Revista Estilos de Aprendizaje, nº6, Vol 6.

Ramírez, M. González A. y Miranda I. (2009). *Detección y análisis de errores conceptuales en estudiantes de física de nivel universitario utilizando el sistema 4MAT*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 3, No. 1, 92-101.

Rosado-Guzmán C. y Sánchez-Guzmán D. (2011). *The 4MAT system applied to a blended learning scenario*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 6, Suppl. I. 275-279.

Sampieri, Fernandez-Collado y Baptista. (2006). *Metodología de la Investigación*. México, D. F. McGraw Hill.

Samples, B., Hammond, B., McCarthy, B. (1985). *4MAT and Science, toward wholeness in science education*. Barrington, Illinois, EXCEL, INC.

Siegmán & Feldstein. (1987). *Nonverbal behavior and Communications*. Hillsdale, New Jersey. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Anexo 1

Cuestionario de Estilos de Aprendizaje

Instrucciones: Las siguientes preguntas están diseñadas para detectar preferencias referentes a su estilo de aprendizaje. Al aprender ¿cuál opción lo describiría mejor? Usando 4, 3, 2 y 1. Coloque 4 en la opción que mejor lo describa y 1 en la que menos lo describa. Entonces coloque las opciones 2 y 3 en los espacios restantes. Debe colocar los cuatro números. No repita ó iguale opciones.

1.- Soy excelente cuando...			
Tomo decisiones realistas (Estilo 3)	Llego a conclusiones precisas (Estilo 2)	Descubro relaciones ocultas (Estilo 4)	Entiendo los sentimientos de las personas (Estilo 1)
2.- Es más importante que un ambiente de aprendizaje...			
Sea dinámico (Estilo 4)	Te haga pensar (Estilo 2)	Sea colaborativo (Estilo 1)	Este orientado hacia la tarea (Estilo 3)
3.- Aprendo mejor al...			
Experimentar y manipular (Estilo 3)	Escuchar y compartir (Estilo 1)	Intuir y explorar (Estilo 4)	Reflexionar y pensar (Estilo 2)
4.- La gente me identifica como una persona...			
Productiva (Estilo 3)	Creativa (Estilo 4)	Sensible (Estilo 1)	Lógica (Estilo 2)
5.- Una de mis fortalezas es...			
Mi experiencia al planear (Estilo 2)	Mi entusiasmo (Estilo 4)	Mi practicidad (Estilo 3)	Mi capacidad de escuchar (Estilo 1)
6.- Al aprender disfruto...			
Explorar posibilidades ocultas (Estilo 4)	Organizar ideas (Estilo 2)	Crear relaciones propias (Estilo 1)	Producir resultados (Estilo 3)
7.- Me esfuerzo al lograr...			
Consenso (Estilo 1)	Precisión (Estilo 2)	Eficiencia (Estilo 3)	Aventura (Estilo 4)
8.- Generalmente soy...			
Creativo (Estilo 1)	Preciso (Estilo 2)	Decisivo (Estilo 3)	Intuitivo (Estilo 4)
9.- Tiendo a ser...			
Impulsivo (Estilo 4)	Muy sensible (Estilo 1)	Muy ansioso por concluir (Estilo 3)	Muy crítico (Estilo 2)
10.- Generalmente soy...			
Cooperativo (Estilo 1)	Ordenado (Estilo 2)	Directo (Estilo 3)	Libre (Estilo 4)
11.- Los ambientes de aprendizaje deben de enfatizar...			
El sentido común (Estilo 3)	La claridad del razonamiento (Estilo 2)	El compromiso con los valores personales (Estilo 1)	La adaptación al cambio (Estilo 4)
12.- Estoy más cómodo con gente que es...			
Solidaria (Estilo 1)	Innovadora (Estilo 4)	Productiva (Estilo 3)	Racional (Estilo 2)
13.- Particularmente tengo fricciones con personas que son...			
Rígidas (Estilo 4)	Desorganizadas (Estilo 2)	Indecisas (Estilo 3)	Agresivas (Estilo 1)
14.- Generalmente...			
Soy estudioso (Estilo 2)	Estoy orientado hacia la gente (Estilo 1)	Tengo los pies en la tierra (Estilo 3)	Innovador (Estilo 4)
15.- Preferiría...			
Hacer del mundo un lugar más feliz (Estilo 1)	Adquirir conocimientos (Estilo 2)	Resolver problemas prácticos (Estilo 3)	Crear nuevas maneras de hacer las cosas (Estilo 4)

Mario Humberto Ramírez Díaz

Licenciado en Física y Matemáticas y Maestría en Ciencias con Especialidad en Física por la Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, México. Doctor en Ciencias en Física Educativa por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente es profesor Titular C en el Departamento de Posgrado en Física Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México. Vicepresidente del Capítulo México de la Asociación Americana de Profesores de Física. Sus principales líneas de investigación son el estudio de los estilos de aprendizaje en la enseñanza de la física, el modelo por competencias en el aprendizaje de la física y el aprendizaje de la física en estudiantes de nivel preescolar. Es autor de diversos artículos de investigación en revistas especializadas del área, director de tesis a nivel posgrado en Física Educativa y de libros sobre los estilos de aprendizaje en física.