

Esta sección no publica expresiones de opiniones, ni de prácticas o perspectivas personales, sino más bien informes que recojan evidencia externa que pueda servir de base para responder interrogantes referentes a la educación en química o que permitan describir situaciones de forma tal que hagan posible que otros puedan evaluarlas y sacar sus propias conclusiones.

ENSEÑANZA EFECTIVA: Usando el ciclo de enseñanza de Kolb para mejorar el aprendizaje del estudiante

James E. Stice*

El autor propone una técnica que ayuda a los estudiantes a aprender más y a obtener satisfacción intelectual de la experiencia.

Un inventario reciente de estilos de aprendizaje fue desarrollado por David Kolb para ayudar a que la gente se dé cuenta de su capacidad para aprender de su propia experiencia. El inventario de estilos de aprendizaje basado en las teorías de Dewey, Lewin y Piaget, proporciona una estructura para examinar las fortalezas y debilidades que uno tiene para aprender. El modelo de Kolb concibe el aprendizaje como un ciclo de cuatro etapas, mostrado en la Figura 1. Kolb encontró que los aprendices generalmente se reconocen dentro de uno de los cuatro estilos de aprendizaje

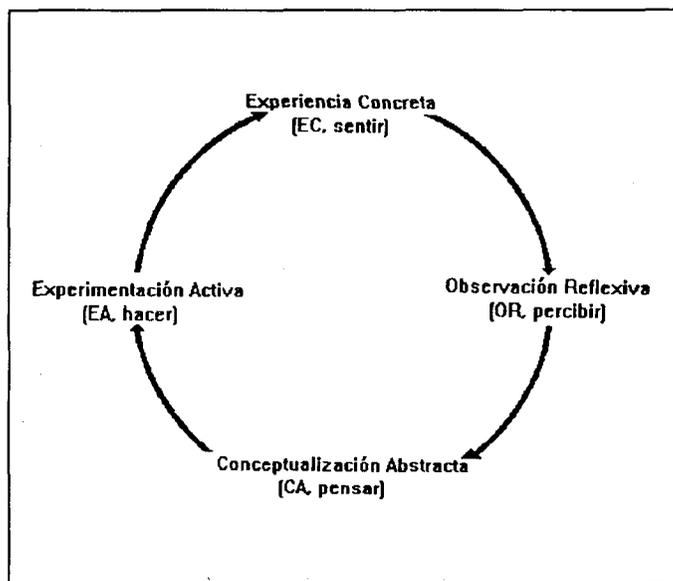


Figura 1. Las cuatro etapas del ciclo de aprendizaje de Kolb.

que él llamó: divergentes, asimiladores, convergentes o acomodadores. Ciertamente es, que cada estilo tiene tanto fortalezas como debilidades, pero la gente aprende más efectivamente conforme desarrolla sus habilidades de aprendizaje en las áreas débiles. Este artículo ofrecerá un ejemplo de cómo las ideas de Kolb pueden ser usadas para mejorar el aprendizaje en una clase de ingeniería química.

LAS CUATRO ETAPAS DEL APRENDIZAJE

Las cuatro diferentes etapas para aprender según Kolb se describen de la siguiente forma:

Experiencia Concreta (EC, sentir). Esta etapa enfatiza la involucración personal. Uno tiende a considerar los sentimientos y habilidades creativas más que un acercamiento sistemático a problemas y situaciones. El aprendizaje en esta etapa se caracteriza por aprender de experiencias específicas relacionadas con la gente y siendo sensible a los sentimientos.

Observación Reflexiva (OR, percibir). En esta etapa, las personas examinan ideas desde diferentes puntos de vista. Son pacientes y objetivas, se apoyan en un juicio cuidadoso, pero no necesariamente actúan. Se basan en sus propios pensamientos y sentimientos para formar sus opiniones. Aprender por la percepción se caracteriza por una cuidadosa observación antes de hacer un juicio viéndolo desde diferentes perspectivas y buscando el significado de las cosas.

Conceptualización Abstracta (CA, pensar). El aprendizaje en esta etapa, involucra el uso de la lógica y de ideas, en lugar o más que de sentimientos para entender problemas y situaciones. Se tiene confianza en la planeación sistemática y en el desarrollo de teorías e ideas para resolución de problemas. Los "pensadores" aprenden por análisis lógico de ideas, planeación sistemática y actúan entendiendo intelectualmente una situación.

Experimentación Activa (EA, hacer). En esta etapa, los aprendices experimentan activamente con situaciones en las que participan. Ellos tienen un acercamiento práctico y una preocupación por lo que realmente funciona. Ellos evalúan las cosas realizadas por medio de sus resultados. Este tipo de aprendizaje tiene la capacidad de llegar a realizar las cosas, tiene disposición para arriesgarse y puede influir en la gente y en situaciones a través de acciones.

El Inventario de Estilo de Aprendizaje de Kolb (1985), consta de un instrumento de 12 reactivos, los cuales pueden ser completados y autoevaluados en 10 a 15 minutos. La persona

* Universidad de Texas, Austin.

Artículo publicado originalmente en *Engr. Ed.*, 77[5] 291-296 (1987). El autor nos ha autorizado a la publicación de esta traducción, realizada por el doctor Armando Rugarcía.

obtiene puntuación de cada una de las cuatro etapas de aprendizaje: EC, OR, CA y EA. La diferencia entre la etapa EA y la etapa OR, se calcula y es trazada en el eje X de una gráfica rectangular. La diferencia entre CA y EC se determina y es trazada en el eje Y. El punto que obtenemos como resultado ($Y = CA - EC$, $X = EA - OR$) identifica al sujeto como un divergente, un asimilador, un convergente o como un acomodador (Figura 2).

Divergentes. Los divergentes son aquellas personas cuyos puntos caen en el cuadrante superior derecho del Estilo de Aprendizaje Tipo Rejilla. Ellos prefieren aprender por experiencias concretas (EC) y observación reflexiva (OR). Ellos son creativos, buenos para generar alternativas, reconocer problemas y entender a la gente. Si su estilo es demasiado divergente, se pueden paralizar por alternativas y ser incapaces de tomar decisiones. Con muy poca divergencia, es para ellos muy difícil generar ideas y no pueden reconocer problemas y oportunidades.

Los divergentes encuentran carreras en las artes y en organizaciones de servicio. En las artes son artistas, músicos, actores, atletas. En servicios, son planeadores, consejeros/terapeutas, trabajadores sociales, oficiales de policía, y enfermeras o enfermeros.

Asimiladores. Ellos se encuentran en el cuadrante inferior derecho del Estilo de Aprendizaje Tipo Rejilla. Ellos aprenden primordialmente por observación reflexiva (OR) y conceptualización abstracta (CA). Ellos son mejores entendiendo información diversa y dándole una forma lógica. Generalmente están más interesados en la solidez lógica de una idea que en su valor práctico. Ellos están probablemente menos interesados en la gente que en ideas abstractas. Si ellos son demasiado asimiladores a lo mejor están haciendo castillos en el aire y pueden ser capaces de aplicar lo que saben en situaciones prácticas. Aquéllos con falta de asimilación son incapaces de aprender de sus propios errores, no tienen bases firmes para su trabajo y no se acercan a las cosas sistemáticamente.

Los asimiladores se encuentran en carreras profesionales tales como: maestros, escritores, ministros, bibliotecarios, abogados, matemáticos, físicos, biólogos y financieros.

Convergentes. Ellos se encuentran en el cuadrante inferior izquierdo. Son fuertes en conceptualización abstracta (CA) y experimentación activa (EA). Les gusta la aplicación práctica de teorías o ideas. Son buenos para exámenes convencionales, usan el razonamiento deductivo. Son buenos definiendo y solucionando problemas y para tomar decisiones. Si son demasiado conver-

gentes, probablemente resuelvan los problemas equivocados y tomen decisiones precipitadas. Aquéllos que son muy poco convergentes, les falta enfoque, no examinan sus ideas y quizá tengan pensamientos dispersos.

Especialistas y técnicos convergentes, se encuentran en minería, agricultura, silvicultura, economía, ingeniería, medicina, ciencias computacionales y física.

Acomodadores. Ellos se encuentran en el cuadrante superior izquierdo del Estilo de Aprendizaje Tipo Rejilla. Sus preferencias de aprendizaje son la experimentación activa (EA) y la experiencia concreta (EC). Se adaptan bien a las circunstancias inmediatas. Aprenden principalmente vía "manos a la obra", consiguen hacer las cosas, toman riesgos y tienden a actuar de acuerdo a sentimientos en vez de utilizar el análisis lógico. Aquéllos que son demasiado acomodativos pueden usar su esfuerzo en avances triviales y su trabajo puede resultar tremendamente equivocado. Aquéllos que son poco acomodativos no terminan su trabajo a tiempo, tienen planes imprácticos y no tienen metas claras.

Los acomodadores se encuentran en organizaciones y negocios. Ellos son banqueros, administradores públicos y edu-

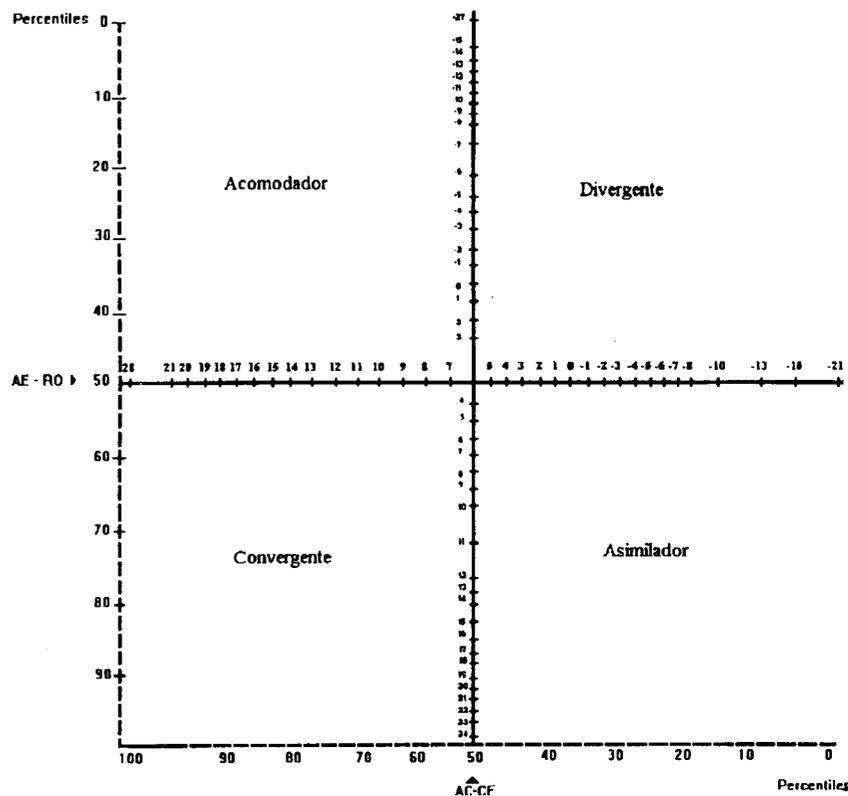


Figura 2. El estilo de aprendizaje de Kolb: tipo rejilla.

cacionales, políticos, contadores, vendedores, especialistas en relaciones públicas y gerentes.

El ciclo de aprendizaje de Kolb

Regresemos al ciclo de las cuatro etapas de Kolb mostrado en la Figura 1. El razonamiento de Kolb es que la experiencia concreta inmediata forma la base para la observación y la reflexión (OR). Estas observaciones se dirigen a conceptos de los cuales se pueden deducir nuevas implicaciones para la acción (CA). Dichas implicaciones, sirven como guías para acción (EA) y para crear nuevas experiencias (EC), de esta forma empieza un nuevo ciclo.

Uno es confrontado continuamente en la vida y en el trabajo con nuevas experiencias y nuevas cosas que aprender. Con el fin de ser un aprendiz efectivo, se tiene uno que mover alrededor del ciclo de aprendizaje: desde involucrarse (EC) hasta escuchar (OR), crear una idea (CA), actuar o decidir (EA). Mucha gente ha llegado a utilizar mejor unos pasos del proceso de aprendizaje que otros; esto es, ha desarrollado su propio estilo de aprendizaje.

Como ya se discutió previamente, cada uno de los cuatro diferentes estilos de aprendizaje tiene sus debilidades y fortalezas. Sin embargo, no es obvio a primera vista que el aprendizaje (o por lo menos la retención), se incrementará mientras las etapas del ciclo de aprendizaje sean más usadas. De acuerdo con Dixon (1987), el 20% es retenido solamente si sólo se usa la conceptualización abstracta (CA). Si la observación reflexiva (OR) y la conceptualización abstracta (CA) son usadas, la retención crece al 50%. Si uno usa EC + OR + CA, esto se eleva a 70%; el 90% se obtiene si se emplean las cuatro etapas del ciclo.

Esto suena un poco sorprendente, pero los resultados son similares a algunos datos de la vieja compañía de aceite Socony-Vacuum. (La fuente indica que los datos son desde los años treinta o los cuarenta, pero no se tiene otra información). Los datos son:

Método de aprendizaje	Retención del aprendiz (%)
Lo que leen	10
Lo que oyen	26
Lo que ven	30
Lo que ven y oyen	50
Lo que dicen	70
Lo que dicen a la vez que hacen algo	90

Si leer y escuchar son experiencias concretas (EC) y ver es observación reflexiva (OR), entonces los números de Socony-Vacuum son casi idénticos a los porcentajes de retención de Dixon con respecto al modelo de Kolb. Se dan similares resultados por medio del "cono de aprendizaje" de Edgar Dale (1969).

¿CÓMO PUEDE ESTO AYUDAR A MI DOCENCIA?

Es importante tener en mente que los maestros también tienen

su propio estilo de aprendizaje. Aquellos estudiantes cuyo estilo de aprendizaje va de acuerdo con el de sus profesores les debería ser más fácil aprender que a los que no tienen el mismo estilo.

Esas ideas son interesantes en sí mismas, pero ¿cómo puedo yo usarlas para ayudar a mis alumnos a que aprendan más, o más rápido, o más eficientemente? Yo soy un convergente y a este tipo de aprendices nos gusta la aplicación práctica de ideas y teorías.

Parece simple, los estudiantes que toman un curso aprenderán mejor el material del mismo si practican las cuatro etapas del ciclo de aprendizaje. Es decir, ellos deberían escuchar conferencias, pensar acerca de los conceptos, tratar de aplicarlos (como tarea), y tener la oportunidad de comparar lo que han aprendido con la realidad (experimentos de laboratorio, modelos de computadoras, entrevistas en vivo o investigación). Dejando a los alumnos a sus propios patrones de comportamiento, harán lo que es más fácil para ellos de acuerdo con su experiencia; esto es, usarán su propio estilo de aprendizaje. A corto plazo esto les tomará menos tiempo, pero no mejorarán sus habilidades de aprendizaje en las áreas débiles.

Con el fin de ilustrar cómo podría hacerse esto, esbozaré un escenario posible para la enseñanza de las matemáticas, que involucrará la enseñanza de ecuaciones diferenciales ordinarias a un grupo de estudiantes de ingeniería por un matemático "puro". En mi universidad, los estudiantes toman ecuaciones diferenciales en su segundo año y los recibo en su cuarto año en mi curso de control automático de procesos. Al principio del curso, el 90% de ellos no puede resolver una ecuación diferencial lineal de primer orden aunque su vida dependiera de ello.

Los alumnos han tomado ecuaciones diferenciales hace dos o más años y todos han pasado dicho curso. Sin embargo, ellos dicen que no recuerdan cómo resolverlas, que no saben el significado de "lineal", que no asimilan realmente lo que el orden de una ecuación implica, y no entienden qué es la función de fuerza ni para qué sirve. Ellos saben que una ecuación diferencial contiene derivadas, pero las cosas quedan vagas después de todo.

¿Por qué es esto? Estoy seguro que sus profesores de matemáticas estaban genuinamente interesados en enseñar a sus estudiantes, y que los estudiantes trabajaron fuerte para aprender la materia. Sin embargo, lo que recuerdan dos años después del curso es muy poco, y mis observaciones de muchos años son corroboradas por otros colegas de facultades de ingeniería.

Kolb nos da una idea de lo que está pasando. Muchos matemáticos son asimiladores. Entre otras cosas, esto implica que están interesados en ideas y conceptos abstractos, pero no están particularmente interesados en el valor práctico de la teoría. Sin embargo, los estudiantes de ingeniería frecuentemente son convergentes y se interesan por el uso práctico de ideas y teorías. En efecto, los convergentes no se inclinan por aprender aquellas cosas en las cuales ellos no ven un aparente uso práctico.

Considere el siguiente extracto de un libro de texto de

ecuaciones diferenciales:

Ecuaciones lineales: una ecuación diferencial de primer orden, es llamada lineal si tiene el siguiente formato:

$$A(x) \left(\frac{dy}{dx} \right) + B(x)y + C(x) = 0$$

Dividido por el primer coeficiente, se puede escribir de la forma siguiente:

$$\left(\frac{dy}{dx} \right) + P(x)y = Q(x) \quad (1)$$

Si el segundo miembro es cero, $Q(x) = 0$, la ecuación puede ser resuelta separando las variables:

$$\left(\frac{dy}{dx} \right) + Py = 0 \quad (2)$$

$$\left(\frac{dy}{y} \right) = -Pdx$$

$$\ln y = -Pdx + C$$

$$y = K e^{-Pdx} \quad (3)$$

El texto continúa discutiendo la integral particular, el hecho de que la solución general de una ecuación diferencial es la suma de la solución de la ecuación homogénea (ecuación 2) y la integral particular, y el procedimiento para evaluar las constantes de integración a partir de las condiciones iniciales.

La respuesta es a lo mejor sencilla, pero sin sentido para muchos alumnos. Hasta ese momento no existe un indicio del sistema físico para el cual la ecuación es un modelo, y por lo tanto, los estudiantes son incapaces de añadir cualquier significado ya sea a la ecuación o a su solución. El profesor que escribió el texto y el que lo utiliza para enseñar, se encuentran a gusto con el desarrollo del mismo. Ellos han revelado una verdad y demostrado la inexorable lógica de las matemáticas. Desafortunadamente, muchos de los estudiantes no hacen las conexiones que los matemáticos ven muy claramente, el mensaje no va de acuerdo con las habilidades de la audiencia, sus intereses, sus conocimientos previos o su estilo de aprendizaje.

Las ecuaciones diferenciales de primer orden son importantes; miles de sistemas reales pueden ser descritos por ecuaciones diferenciales de primer-orden. Parece razonable el completar algunos antecedentes derivando una ecuación diferencial para mostrar a los alumnos de dónde vino ésta y darles una idea del sistema que describe. Tomemos como proceso un tanque, como el mostrado en la Figura 3, donde cambie el nivel del líquido. Se asume que el área transversal del tanque es un cuadrado con lados verticales, así que el área A será la misma a cualquier profundidad. Además, que la resistencia a la salida del fluido, R , es lineal, lo

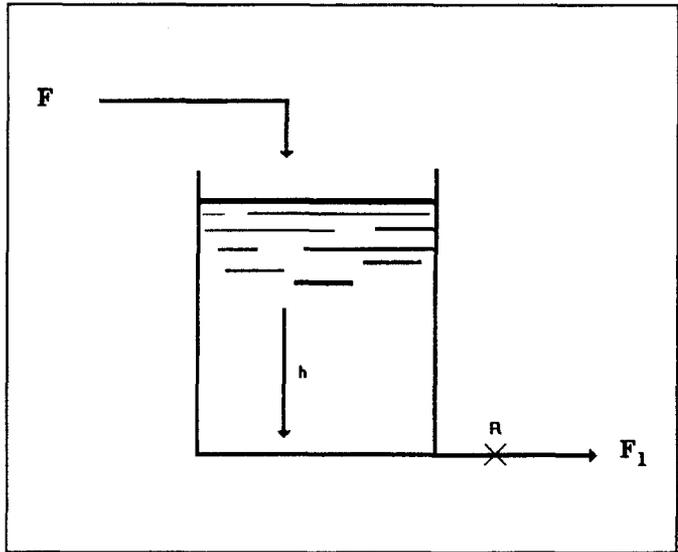


Figura 3. Tanque con líquido.

que significa que la gráfica del flujo de salida como una función de la profundidad del líquido en el tanque es una línea recta. Por último, consideremos que el tanque originalmente está vacío, y que en el tiempo $t = 0$ empezamos a verter el flujo F dentro del mismo a una razón constante de $2 \text{ ft}^3/\text{minuto}$.

Escribiendo un balance de masas para el proceso,

masa de ingreso = masa de salida + masa acumulada.

$$F\rho = F_{1\rho} + \frac{d(V\rho)}{dt} = F_{1\rho} + \rho \frac{dV}{dt}$$

donde:

F = flujo de entrada, ft^3/min .

ρ = densidad del agua, lb/ft^3

F_1 = flujo de salida, ft^3/min

V = volumen de agua en el tanque, ft^3

t = tiempo, en minutos

Dividiendo ambos lados entre la densidad del agua (una constante):

$$\begin{aligned} F &= F_1 + \frac{dV}{dt} = F_1 + \frac{d(Ah)}{dt} \\ &= F_1 + \frac{A dh}{dt} \end{aligned}$$

reordenando,

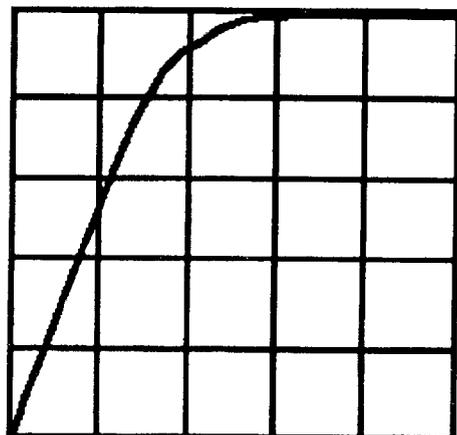


Figura 4. Nivel del agua en el tanque contra el tiempo.

$$\frac{Adb}{dt} + F_1 = F.$$

Esta ecuación no puede resolverse, ya que el lado izquierdo de la ecuación contiene dos variables dependientes distintas, b y F_1 . Necesitamos una ecuación que describa b como una función del tiempo, así que necesitamos reemplazar F_1 con su equivalente en b . El flujo de salida espacio del tanque puede ser escrito como $F_1 = b/R$, entonces:

$$\frac{Adb}{dt} + \frac{b}{R} = F$$

o

$$\frac{ARdb}{dt} + b = RF$$

Ahora tenemos ya una ecuación diferencial lineal de primer orden. Es lineal porque la constante AR está formada por un valor constante para A y un valor constante para R ($dF/db = 1/R$ y es una línea recta, por lo que R es constante). El sistema es de primer orden porque sólo hay un elemento: un tanque.

Ahora podemos proceder a resolver la ecuación homogénea:

$$\frac{ARdb}{dt} + b = 0$$

$$b = K e^{-\gamma AR}$$

Después se obtiene la integral particular, causada por la aplicación de la función de fuerza RF :

$$b = RF$$

La solución completa es la suma de la resolución de la ecuación homogénea y la integral particular:

$$b = RF + K e^{-\gamma AR}$$

Aplicando la condición inicial $b = 0$ en el tiempo $t = 0$ (el tanque estaba vacío al empezar),

$$0 = RF + K$$

También se sabe que F era $2 \text{ ft}^3/\text{min}$ para tiempos mayores que cero

$$K = -RF = -2R$$

Así la solución es:

$$b = 2R - 2R e^{-\gamma AR} = 2R(1 - e^{-\gamma AR}).$$

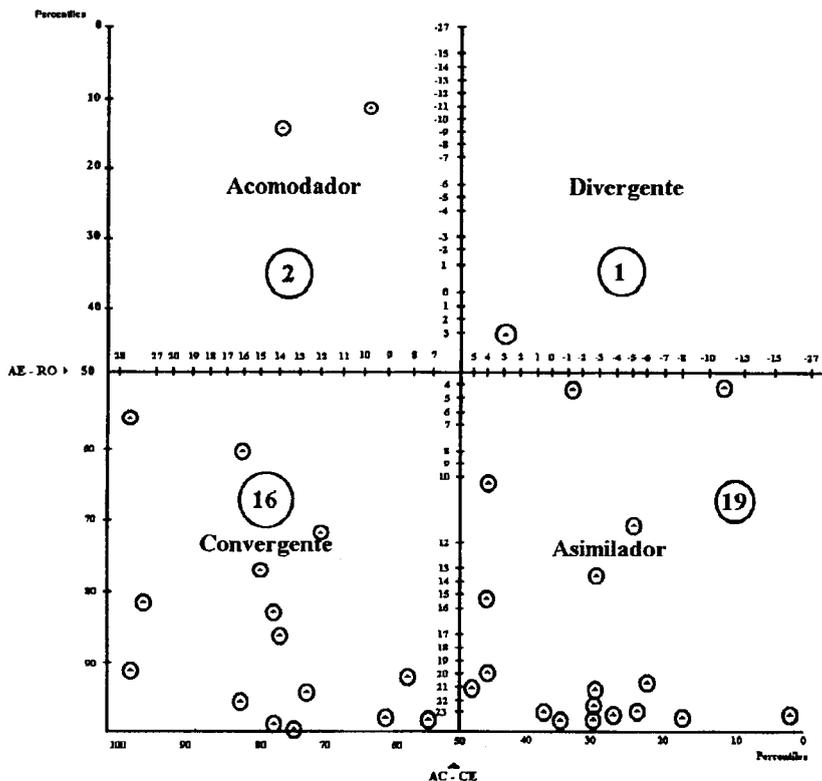


Figura 5. Grupo de Primavera 1986.

La gráfica de h como una función de t se muestra en la Figura 4. ¿Parece esto coincidir con nuestra experiencia? Conforme el agua se vierte dentro del tanque, el nivel se eleva rápidamente, luego más despacio y gradualmente llega al estado estacionario cuando el flujo de salida llega a ser igual al flujo de entrada.

Considero que los estudiantes tendrán una mejor idea de qué está pasando después de un desarrollo como el anterior. La ecuación diferencial desarrollada significa algo para ellos, y la solución obtenida tiene sentido cuando se compara con su propia experiencia. Como tarea, ellos podrían hacer algunas deducciones y soluciones similares para un circuito RC, un termómetro de vidrio a temperatura ambiente repentinamente sumergido en agua tibia, etcétera. Ellos podrán emocionarse al descubrir que todas las ecuaciones tienen la misma forma y todas las soluciones parecen similares. Podría ser incluso útil hacer la demostración del termómetro en clase, con un alumno deteniendo un cronómetro, otro midiendo las temperaturas y el resto de la clase copiando los datos y graficando los resultados. Este procedimiento les ayudará a empezar a *entender* los sistemas de primer orden.

Tipifiqué a los alumnos en el curso de control del semestre de primavera 1986 (Figura 5) y el de otoño del mismo año (Figura 6). Nótese que los acomodadores y los divergentes constituyen un grupo pequeño; los asimiladores y los convergentes forman la mayoría. Yo pienso que la mayor parte de nuestra enseñanza está encaminada a los asimiladores; sentimos que la teoría es importante y eso es lo que enfatizamos. Sin embargo, podemos añadir algunas experiencias concretas a nuestras clases pensando en ayudar a los convergentes.

Para recapitular, este ejercicio siguió el modelo de Kolb bastante bien. La exposición (OR) fue acompañada o seguida por los estudiantes pensando acerca de las ideas presentadas (CA). Después de esto, ellos hicieron algunas tareas (EA), y observaron la demostración (EC). Utilizaron todas las etapas del ciclo de aprendizaje, y la teoría dice que debieron haber retenido al menos el 90% del tema. Esto implica que ellos aprenderán y entenderán lo que están estudiando, y que les va a gustar. Mi experiencia ha confirmado estas aseveraciones.

La técnica puede ser usada para cualquier materia. Los maestros tendrán que planear cómo usar esta técnica antes de aplicarla. Probablemente sea difícil al principio, particularmente si los estilos de aprendizaje de los alumnos son diferentes a los del maestro. Sin embargo, la recompensa es incalculable:

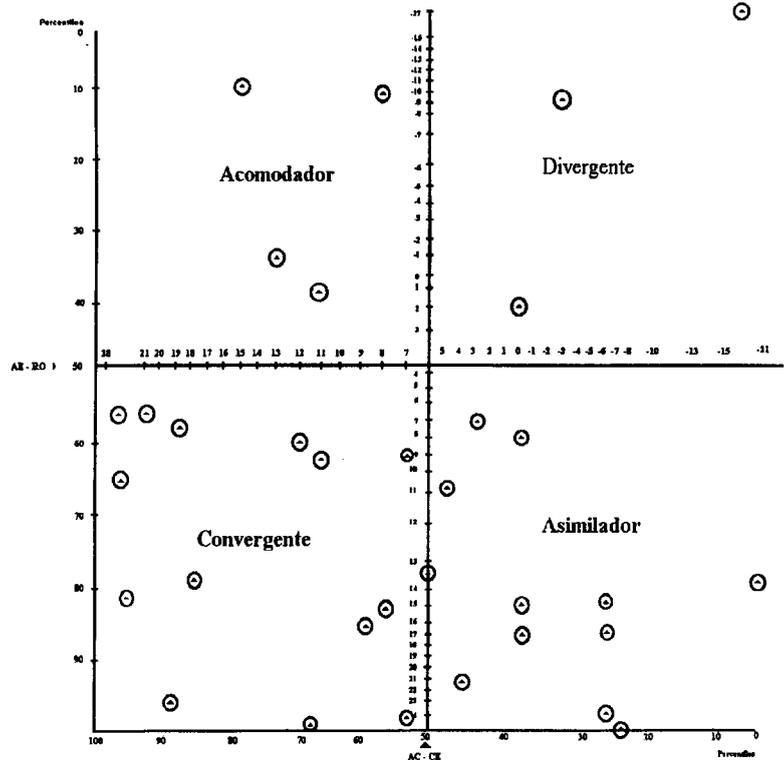


Figura 6. Grupo de Otoño 1986.

los alumnos aprenden más y adquieren una satisfacción intelectual de la experiencia.

RECONOCIMIENTO

Agradezco a Nancy Dixon y a Marilla Svinicki de la Universidad de Texas por haberme presentado al inventor del modelo de aprendizaje. Estoy en deuda con la empresa McBer, publicadores del LSI y material que adapté para este escrito.

Las pruebas de Kolb, LSI, tienen un costo de US\$ 25.00 por juego de 25 y puede adquirirse a través de McBer & Company, 137 Newbury Street, Boston, MA. 02116.

REFERENCIAS

Dale, Edgar, *Audio-Visual Methods in Teaching*, (3rd. edit.), Holt, Rinehart and Winston, 1969, p. 107.
 Dixon, Nancy, private discussions, Austin, Texas.
 Kolb, D.A., *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1984.
 Kolb, D.A., *Self-scoring Inventory and Interpretation Booklet*, McBer and Co., Boston, 1985.