

---

# ENSEÑANZA DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA VELOCIDAD DE REACCIÓN: UNA PROPUESTA DE AULA DESDE EL APRENDIZAJE ACTIVO<sup>1</sup>

Juan Gabriel Barrera Herrera<sup>2</sup>

Fecha de Recepción Noviembre 10, 2013

Fecha de Aprobación Diciembre 10, 2013

## RESUMEN

En este trabajo se propuso una estrategia de aula con un componente experimental para la enseñanza de los factores que modifican la velocidad de una reacción química, utilizando como fundamento, entre otros, algunos principios del aprendizaje activo. La propuesta se aplicó en el único curso de grado undécimo del colegio Calatrava, institución de carácter privado y calendario B, ubicada en la localidad de Suba en Bogotá, Colombia. La propuesta sugerida, de un lado estimuló la proposición, la discusión y la comunicación de los estudiantes y, de otro lado, la visualización del comportamiento de algunas reacciones químicas en las condiciones generadas, favoreció tanto la consolidación de los temas estudiados de la cinética química, como la retroalimentación e integración de temas trabajados con anticipación. Conforme a los resultados esperados, se notó una mayor participación y una mejor disposición de los estudiantes, comparativamente con las observadas en las prácticas experimentales tradicionales.

**Palabras clave:** aprendizaje activo, aprendizaje mediante la práctica, enseñanza cinética química, enseñanza secundaria.

## TEACHING OF FACTORS AFFECTING THE RATE OF REACTION: A PROPOSED CLASS FROM ACTIVE LEARNING

### ABSTRACT

This work proposed a classroom strategy with an experimental component for teaching the factors that are affecting the rate of a chemical reaction using as basis, among others, some principles of active learning. The proposal was applied in the 11th grade of Calatrava School (B Term) of Bogotá, Colombia. The suggested proposal stimulated the proposition, discussion and communication of students and, on the other hand, the visualization of the behavior of some chemical reactions in the conditions generated, it did not only favor the consolidation of the topics studied in chemical kinetics, but also, allowed to resume, connect, integrate and feedback issues discussed in advance. According to the expected results, a better participation and willingness in students was noted compared to those in traditional practices.

**Keywords:** active learning, learning by doing, teaching chemical kinetics, secondary education.

---

<sup>1</sup> Proyecto académico que diseñó y aplicó una guía de acción para la enseñanza de los factores que modifican la velocidad de una reacción química, inspirada en el taller Active Learning in Optics and Photonics (ALOP) para el entrenamiento y desarrollo profesional de profesores de Física, bajo la orientación disciplinar y metodológica del profesor Manuel Fredy Molina Caballero: contacto: mfmolinac@unal.edu.co

<sup>2</sup> Licenciado en química, Universidad Pedagógica Nacional. Especialista en análisis químico instrumental, Pontificia Universidad Javeriana. Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales, Universidad Nacional de Colombia.. contacto: juan.barrera@iberoamericana.edu.co

## INTRODUCCIÓN

Se presenta una propuesta de aula para la enseñanza de algunos factores que modifican la velocidad de una reacción química, la cual tiene un componente experimental cuyo modelo, por una parte está catalogado dentro del enfoque de aprendizaje activo y por otra, puede ser replicado en el estudio de otros temas.

Se exploró este aspecto de la cinética química, atendiendo a las siguientes consideraciones:

- El tema está contemplado explícitamente en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales promulgados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para los grados décimo y undécimo:

Al finalizar el undécimo grado los estudiantes relacionarán la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico. Para lograrlo, los estudiantes, entre otros, identificarán las condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos. (MEN, 2004, p.22).

- El tema puede considerarse de un lado integrador en la medida en que relaciona principios estudiados con anterioridad y de otro lado, habilitador ya que es relevante para el estudio de temas posteriores (equilibrio químico). En este punto, adquiere importancia la posibilidad de acceso a múltiples oportunidades de confrontar concepciones alternativas de los estudiantes, para la reconstrucción de significados.
- El tema guarda relación estrecha con muchos aspectos de la vida cotidiana de los estudiantes fácilmente observables.
- El tema resulta pertinente para alcanzar uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, “que los estudiantes logren explicar los fenómenos observables (nivel macroscópico) a través de modelos microscópicos (Santilli,

Sánchez & Roble, s.f., p.3). Además, el nivel de abstracción es estimulado ya que “el estudio de éstos factores [los que modifican la rapidez con que ocurren reacciones específicas] permite incursionar en los detalles de los procesos mediante los cuales ocurren las reacciones” (Whitten, Davis, Peck & Stanley, 2008, p.611).

- Según datos iniciales en Bogotá, Colombia, el tema no se imparte de manera generalizada en la educación secundaria y si se hace, se trabaja magistralmente y tal vez, de manera soslayada, tangencial o dispersa. Tras encuestar 70 estudiantes, en su gran mayoría de primer semestre de la carrera de Farmacia de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, se encontró que el 51% trató el tema en su educación media y de esa población el 39% lo hizo experimentalmente. A su vez, de 28 profesores de química de educación media consultados, el 57% impartió el tema y de éstos el 50% acudió a prácticas de laboratorio.

Por otra parte, la propuesta surge con el ánimo de atender varios aspectos: en primer lugar, la necesidad de atraer e involucrar al estudiante en su propio aprendizaje de una manera más decidida y en segunda instancia, proponer alternativas tanto a la clase magistral, dominada por el paradigma transmisión-asimilación, como a las prácticas experimentales tradicionales en donde el estudiante se limita a seguir procedimientos o ser un espectador. Finalmente, se busca propiciar el desarrollo de la indagación y algunas de sus implicaciones (planteamiento de preguntas, realizar consultas, hacer predicciones, planear experimentos, etc.), para familiarizar al estudiante con las características del trabajo científico.

Experiencias de este tipo han conseguido ambientes de trabajo que estimulan la participación del estudiante y con ella, una mayor motivación en la búsqueda y establecimiento de relaciones que, en últimas, garantizan actitudes favorables tanto para un aprendizaje significativo, como para un incremento en el aprecio por la ciencia.

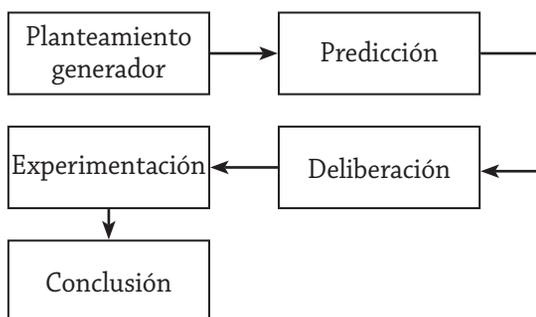
A pesar de que se analizaron aspectos meramente cualitativos de la aplicación de la propuesta a un grupo, quedan abiertas posibilidades de estudio inmediatas como la cuantificación del impacto didáctico de algunos de sus aspectos y otras alternativas que pueden incluir el uso de laboratorios virtuales o propuestas de diseños curriculares que organicen y ubiquen el tópico tratado, considerando su importancia en la educación química preliminar.

## METODOLOGÍA

La guía de acción seguida es una variación a la vía predecir-observar-discutir y sintetizar establecida en el taller “Aprendizaje Activo en Óptica y Fotónica (ALOP por sus siglas en Inglés) auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), para el entrenamiento y desarrollo profesional de profesores de Física (Alarcón et al, s.f.).

En la Figura 3-1 se muestra una visión esquemática de la propuesta y el Anexo A contiene un prototipo de la misma.

**Figura 3-1:** Visión esquemática de la propuesta de aula.



### Planteamiento generador

Mediante la presentación de una situación experimental se pretende no sólo llamar la atención del estudiante sino también situarlo en un contexto determinado. A continuación, se plantea otra situación experimental, relacionada con la primera, a manera de problema.

### Predicción

Es un espacio de reflexión individual, en el cual el estudiante necesariamente debe escribir lo que considera que sucederá al ejecutar la situación problema planteada.

### Deliberación

El grupo de participantes se distribuye en equipos tres o cinco personas, dependiendo el tamaño del mismo. Al interior de cada equipo, cada estudiante somete sus argumentos a la consideración de sus compañeros inmediatos. Una vez alcanzado un consenso (aunque no es estrictamente necesario), la discusión se extiende a todo el grupo mediante la relatoría de las posiciones de cada equipo establecido. Aquí el profesor hace las veces de moderador.

### Experimentación

La ejecución de la situación problema planteada permite la confrontación y reestructuración de ideas.

### Elaboración de conclusiones

Con los evidencias experimentales expuestas, queda abierta una discusión constructiva en torno a lo observado directamente, sus causas y posibles aplicaciones.

### Análisis de resultados

La propuesta de aula se aplicó en el único curso de grado undécimo del colegio Calatrava School, institución de carácter privado y calendario B, ubicada en la localidad de Suba (11) de Bogotá, Colombia. Los estudiantes recibieron con antelación una inducción acerca de la filosofía de la propuesta y el primer día de aplicación, el grupo, conformado por 12 estudiantes, se dividió aleatoriamente en equipos de tres personas. A medida que se trabajaron los distintos planteamientos generadores se observó lo siguiente:

- El planteamiento de un problema generó una expectativa que animó a los estudiantes a

involucrarse en la dinámica del análisis, la interacción y la discusión. De esta manera, se propició una de las condiciones necesarias para que se produzca un aprendizaje significativo enunciadas por Albaladejo & Echevarría (2001), que el estudiante muestre interés y motivación.

- El tono emocional de la clase cambió con relación a sesiones anteriores, como quiera que se transitó desde una atmósfera de meditación caracterizada por un profundo silencio hasta un ambiente de interacción y discusión propia de acalorados debates. El clima fue tan favorable que a la hora de contrastar predicciones y elaborar conclusiones, el objetivo inicial de la actividad se rebasó, alcanzando otras importantes consideraciones conexas.
- La transición entre las diferentes sesiones se caracterizó por una expectativa creciente, a tal punto que, al momento de cerrar la intervención, los estudiantes manifestaron la necesidad no sólo de generar nuevos espacios de esta índole, sino de continuar con la búsqueda de otras posibilidades de enseñanza.
- Los principios de la metodología ensayada propiciaron un escenario para ejercitar toda una gama de competencias comunicativas que tradicionalmente no han tenido cabida en un modelo que, según Albaladejo & Echevarría (2001), está centrado en las explicaciones del profesor y en la estructura de la disciplina y que además, desconoce y/o asume las ideas del estudiante. El entusiasmo renovó la participación espontánea de los estudiantes y medió la discusión de argumentos, generándose una comunicación más efectiva.
- La secuencia de actividades propuesta posibilitó el proceso denominado por Albaladejo & Echevarría, (2001) fase de confrontación y reestructuración, en la cual los estudiantes estiman las ideas de sus compañeros. Esta fase junto a las de exploración (exposición de ideas previas) y la de aplicación (nuevos contextos), constituyen una secuencia instruccional para

cambiar o desarrollar ideas a la luz de postulados constructivistas que, según Carretero, Limón y Linder (como se cita en Porlán & Moya, 1999) han demostrado cierto grado de efectividad, sin que los resultados sean espectaculares.

- En el momento de elaborar conclusiones, y posiblemente como una consecuencia natural de los aspectos tratados anteriormente, surgieron espacios para la retroalimentación de elementos conceptuales, actitudinales y procedimentales.

Por otro lado, las observaciones recogidas corroboran aspectos previsibles, que, infortunadamente, no son objeto de la reflexión pertinente:

- A lo mejor los estudiantes comprobarán los principios implicados al desarrollar prácticas tradicionales, sin embargo, como aparece consignado en el documento Lineamientos Curriculares (MEN, 1998), su concepción del mundo no se modificará en nada consultando e indagando acerca de las “respuestas correctas” para presentar un informe o “pasar” un examen.
- La lógica del profesor sugiere que los estudiantes aprendieron porque el tema, que él domina, ha sido explicado suficientemente y no hubo preguntas, y si las hubo, se respondieron a cabalidad. En tal sentido, Giordan argumenta:
 

“Hay en estos momentos un desfase total entre el esquema de aprendizaje que el profesor supone que debe practicar y el aprendizaje real del alumno. El profesor interviene según su plan, según su tipo de pensamiento y sus conceptos. El niño, el adolescente que posee otras estructuras, otros conceptos, no puede comprenderle.” (como se cita en Albaladejo & Echevarría, 2001, p.388)
- Los inconvenientes citados (cubrimiento de programas, tiempo de preparación y aparente rechazo inicial) son una realidad, pero no deben constituirse en excusas para no incursionar

en nuevas tendencias más centradas en el aprendizaje de los estudiantes que en la propia enseñanza,

“ya que la mera exposición de un cuerpo de conocimientos no asegura su comprensión. Los conocimientos, además, no se adquieren elaborados, sino que cada persona los reelabora dependiendo de sus conocimientos y experiencias anteriores”. (Albadejo & Echevarría, 2001, p. 389)

### CONCLUSIONES

1. Acorde con las proyecciones iniciales, aparentemente la cinética química es un tema que no se imparte de manera generalizada en Bogotá, por lo que los bachilleres difícilmente identificarán las condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos, estándar básico promulgado por MEN (MEN, 2004).
2. La filosofía de la metodología de aprendizaje activo armoniza con los principios del modelo constructivista de la enseñanza de las ciencias experimentales, el cual goza de un amplio consenso entre los investigadores de la didáctica.
3. La exposición a la metodología de aprendizaje activo renueva tanto a profesores como a estudiantes. Los primeros, se posicionan más como guías o facilitadores que como protagonistas, al considerar el aprendizaje de sus estudiantes. Además, el reto de promover aprendizajes significativos necesariamente se traduce en el fortalecimiento de la fundamentación disciplinar. Por su parte, los estudiantes son estimulados a involucrarse en un proceso de él y para él. Cabe resaltar que el aprendizaje significativo se caracteriza “por la persistencia de lo que se aprende y la utilización de los contenidos en otros contextos y situaciones” (Albadejo & Echevarría, 2001, p. 391).
4. La metodología de aprendizaje activo aproxima al estudiante a procesos de construcción de la ciencia.

5. La filosofía del aprendizaje activo genera un espacio para contrastar idealizaciones (MEN, 1998) en el que los estudiantes están construyendo aprendizajes por sí mismos confirmando o falseando sus teorías u observando fenómenos inesperados que activan sus estrategias mentales en pos de explicaciones satisfactorias.
6. Al día de hoy, no sólo se han propuesto diferentes enfoques alternativos a la enseñanza por transmisión, sino también “disponemos de criterios más exigentes para analizarlas y evaluarlas críticamente” (Campanario & Moya, 1999, p. 180)

### RECOMENDACIONES

1. Para aplicar la metodología de aprendizaje activo es imprescindible conocer su filosofía y, en lo posible, acceder a jornadas de entrenamiento, ya que siempre está latente el riesgo de caer en prácticas tradicionales que la desvirtúan y disminuyen su impacto.
2. Las bondades y la coherencia interna de la metodología de aprendizaje activo son evidentes, sin embargo, algunos factores de ganancia reportados (Rojas, 2011; Vergara 2012) sugieren concentrar los esfuerzos en el diseño de los instrumentos para evaluar la ganancia en aprendizaje y considerar la habilidad del facilitador como una posible fuente de error.
3. Para aumentar el impacto de la metodología, en términos de aprendizaje, sería conveniente determinar los atributos particulares de las actividades prácticas para una sesión bajo este enfoque.
4. La historia y la epistemología de las ciencias constituyen referentes fundamentales a la hora de renovar la enseñanza de las ciencias. En palabras de Bell y Pearson (como se cita en Fernández et al, 2002) “empieza a comprenderse que si se quiere cambiar lo que los profesores y los alumnos hacemos en las clases de ciencias es preciso previamente modificar la epistemología de los profesores”.

## REFERENCIAS

- Ministerio de Educación Nacional-Colombia. (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío!* Serie guías, 7.
- Santilli, H., Sánchez, L. & Roble, M. (s.f.). Cuestiones epistemológicas que afectan el aprendizaje de las ciencias naturales. Recuperado el día 23 de agosto de 2011 de la base de datos Google académico.
- Whitten, K.W., Davis R.E., Peck, M.L. & Stanley, G.G. (2009) *Química* (8ª Ed.). Iztapalapa, México, D.F.: Cengage.
- Alarcón, M., Lakhdar, Z., Culaba, I., Lahmar, S., Lakshminarayanan, V., Mazzolini, A., Maquiling, J. & Niemela, J. Active learning in optics and photonics (ALOP): A model for teacher training and professional development. Recuperado el día 15 de abril del 2013, del sitio Web: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/ALOP .pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/ALOP.pdf)
- Albadejo, C. & Echevarría, I. (2001). Ciencias experimentales. En M.A. Arregui, N. Casals, R. Joancomartí, J. Pérez & M. Villalba (Eds), *Manual de la educación* (pp. 381-424). Barcelona: Océano.
- Porlán, R. (2002). La formación del profesorado en un contexto constructivista. *Revista investigación semensino de ciencias*, 7, (3), 272.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Ciencias naturales y educación ambiental: Lineamientos curriculares*. Bogotá, Colombia: Magisterio.
- Campanario, J.M. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Rojas, G.A. (2011). La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo. Tesis de maestría no publicada. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Vergara, D.P. (2012). Estudio del impacto didáctico de la metodología “aprendizaje activo” en la enseñanza de la óptica. Tesis de maestría no publicada. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

## ANEXO A: PROTOTIPO DE LA PROPUESTA

### *Factores que afectan la velocidad de reacción*

#### 1. Planteamientos generadores

##### 1.1. Naturaleza de los reactivos

- Usted dispone de tres tubos de ensayo. El tubo uno contiene 10ml de agua (H-OH), el tubo dos 10ml de metanol (CH<sub>3</sub>-OH) y el tubo tres 10ml de dimetil éter (CH<sub>3</sub>-O-CH<sub>3</sub>). Al tubo uno adicione un cuarto de tableta de AlkaSetlzer®. ¿Qué ocurrirá en los tubos dos y tres al adicionar la misma cantidad de AlkaSetlzer®? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.

##### 1.2. Estado físico de los reactivos

- Usted dispone de dos tubos de ensayo con 10ml de ácido clorhídrico (HCl) 1M cada uno. Deposite en el tubo uno una granalla de zinc y agite. ¿Qué ocurrirá en el tubo dos al adicionar una cantidad equivalente de zinc en polvo? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.
- Usted dispone de dos tubos de ensayo con 10ml de ácido clorhídrico (HCl) diluido cada uno. Deposite en el tubo uno un trozo de tiza (en su mayor parte carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>) y agite. ¿Qué sucederá en el tubo dos después de adicionar una cantidad equivalente de tiza en polvo? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.
- Usted dispone de dos tubos de ensayo con 10 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) diluido cada uno. Deposite en el tubo uno una puntilla. ¿Qué sucederá en el tubo dos al adicionar una cantidad equivalente de hierro en polvo? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.

##### 1.3. Concentración

- Usted dispone de tres tubos de ensayo con 10 ml de ácido clorhídrico (HCl) de diferentes concentraciones. El ácido del tubo uno es 0.1M, el del dos 0.3M y el del tres 0.5M. Deposite en el tubo dos 1 cm de cinta de magnesio

(Mg). ¿Qué sucederá en los tubos uno y tres al efectuar el mismo procedimiento? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.

- Usted dispone de tres tubos de ensayo con 10ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de diferentes concentraciones. El ácido del tubo uno es 0.1M, el del dos 0.5M y el del tres 1.0M. Deposite en el tubo dos una medida de zinc (Zn) en polvo y agite. ¿Qué sucederá en los tubos uno y tres al realizar el mismo procedimiento? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.

##### 1.4. Temperatura

- Usted dispone de un vaso con 60 ml de una disolución de sulfato cúprico (CuSO<sub>4</sub>). Deposite en el vaso una medida de zinc (Zn) en polvo y agite. ¿Qué sucederá en el vaso a medida que calienta el recipiente? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.
- Usted dispone de un tubo con 10 ml de una disolución al 30% de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Observe detenidamente el tubo. ¿Qué sucederá al depositar el tubo en un baño maría? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.

##### 1.5. Uso de catalizadores

- Usted dispone de un vaso con 50ml de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Observe detenidamente el vaso. ¿Qué sucederá al adicionar una cantidad muy pequeña de un óxido de un metal de transición? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.
- Caliente directamente un cubo de azúcar sobre la llama de un mechero. ¿Qué sucederá al calentar otro cubo de azúcar que ha sido previamente restregado con ceniza de cigarrillo? Anote sus predicciones y discuta con sus compañeros antes de efectuar la operación.