

## ESTRATEGIAS BASADAS EN EL APRENDIZAJE COOPERATIVO Y EN LA METROLOGÍA PARA EL LABORATORIO EN EL TRABAJO EXPERIMENTAL

**OLVERA TREVIÑO, M. (1); REYES SALINA, S. (2) y ZAVALA ELVIA, S. (3)**

(1) Física y Química Teórica. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
[maot@servidor.unam.mx](mailto:maot@servidor.unam.mx)

(2) Universidad Nacional Autónoma de México. [maot@servidor.unam.mx](mailto:maot@servidor.unam.mx)

(3) Universidad Nacional Autónoma de México. [maot@servidor.unam.mx](mailto:maot@servidor.unam.mx)

---

### Resumen

Se proponen estrategias de secuencia didáctica para mejorar el trabajo experimental con la finalidad de conseguir los objetivos de aprendizaje y los contenidos propuestos. Las estrategias están basadas en el aprendizaje cooperativo y en un control estricto en las mediciones.

---

### OBJETIVO:

Proponer una estrategia que permita valorar el trabajo experimental cuantitativo como requisito de adquisición de competencias y de conocimiento declarativo.

### MARCO TEÓRICO:

El trabajo experimental ha sido usado para adquisición de habilidades y como estrategia que apoya el aprendizaje de conocimientos declarativos, esto proporciona ventajas. Sin embargo el trabajo en el laboratorio cuando están involucrados resultados de medir se tienen limitaciones. No siempre se corrige de inmediato el sesgo, el grupo no siempre es heterogéneo y no se parte de los mismos conocimientos, el trabajo en equipo no se lleva a cabo en forma óptima, la información bibliográfica a la que tienen acceso los alumnos por internet no siempre es adecuada, con mucha frecuencia los alumnos obtienen un resultado diferente al teórico y entonces se desmotiva. Muchas son las situaciones por la que esto ocurre, por ejemplo no lograr condiciones ideales, instrumentos mal calibrados, falta de pericia en el propio alumno, diseño experimental no conforme con el objetivo deseado, un procedimiento poco estructurado, uso de equipo inadecuado etc... Las diferencias obtenidas normalmente son evaluadas a través de aplicar teoría de errores, sin embargo este análisis no ha sido suficiente para que se dé un aprendizaje significativo.

El constructivismo social es una propuesta educativa para las nuevas generaciones en respuesta a las condiciones y exigencias sociales, económicas, políticas e ideológicas del momento. En el marco del constructivismo social esta el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje entre iguales, en grupos no convencionales en donde se hace trabajar de manera externa e interna a los alumnos en su proceso de enseñanza-aprendizaje. La propuesta de grupos del aprendizaje cooperativo no es dividir trabajo, es llegar a la solución de manera conjunta, pensando todos juntos con propuestas definidas, este tipo de trabajo es llamado "cabezas juntas". La metodología usada del aprendizaje cooperativo es el método "Eli", el que consiste en usar 7 momentos en la clase en el orden que el profesor que actúa como mediador defina. Creación del ambiente y activación (A), La orientación de la atención (O), La recapitulación (R), El procesamiento de la información (Pi), La interdependencia social positiva (I), La evaluación (E), La reflexión de lo aprendido (SSMT).

Las políticas de globalización económica exigen confiabilidad en las mediciones y esto ha llevado a que organizaciones como la Organización Internacional de Normalización (ISO) y el *Bureau* Internacional de pesas y Medidas (BIPM), han unidos esfuerzos junto con otras instituciones internacionales como son la *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) y la *Union of Pure and Applied Physics* (IUPAP) para definir y redactar lineamientos en el tratamiento de datos experimentales y criterios de toma de decisiones que buscan lograr uniformidad en los requisitos de calidad, estos lineamientos van unidos a controles para asegurar un desarrollo concreto y confiable, los factores contemplados son 7 : 1.- Humanos 2.- Instalaciones y controles ambientales, 3.- Método experimental, 4.- Equipo, 5.- Trazabilidad, 6.- Muestreo 7.- Manejo de los elementos de medida.

## METODOLOGÍA

En la propuesta didáctica se reúnen dos estrategias. El aprendizaje cooperativo y el control de requisitos metrologicos. Las sesiones experimentales fueron diseñadas basadas en estos 14 requisitos algunos los prepara y lleva a cabo el profesor y otros son practicados por el alumno.

Para analizar la eficacia de las estrategias usadas se aplico en sesiones experimentales en 4 niveles escolares: Secundaria (70 alumnas en dos años), preparatoria,(50 alumnas en dos años) primer semestre de alumnos de las carreras de química (120 alumnos en 4 semestres) y en educación continua (60 alumnos adultos profesionistas en 3 cursos) . Las materias fueron: Biología, Química, Física y Metrología. Para el seguimiento y medición de la adquisición de competencias se formularon indicadores los que se presentan en la tabla 1.

Competencia	Herramienta	Estándar	Indicador
1.-Motivación por el aprendizaje de las ciencias	Aclitud  Motivación intrínseca	Aclitud sin apatía, sin pesimismo.  Motivación intrínseca : que realice actividad por el simple placer de realizarla	Entregar el 90% de las actividades en tiempo y forma
2.-Comprensión del contenido escolar	Questionario de evaluación de contenidos	favorable	80% de aciertos
3.-Habilidades para plantear hipótesis e identificar la problemática	Informe de práctica	Planteamiento de hipótesis favorable	Debe ser un pronóstico considerando problemática, antecedentes, procedimiento.
4.-Habilidades para identificar el principio, método, procedimiento y magnitudes de influencia	Informe de práctica	Identificación de procedimiento de medida favorable y las tolerancias de medir	Identificar la diferencia entre procedimiento, método y principio. Identificar valores numéricos de las tolerancias.
5.-Habilidades para el manejo y control de equipo e instrumentos	Manejo de equipo	Favorable	Equipos caracterizados. Instrumentos calibrados.
6.-Habilidades para el manejo de errores experimentales y comprensión del contenido escolar	Informe de práctica	Identificación de errores, corrección y/o eliminación, estimación de la incertidumbre,	Analizar los resultados usando la incertidumbre y las tolerancia e indicando el conocimiento adquirido con el trabajo experimental
7.-Interdependencia social positiva	Trabajo en equipo	Saber compartir ideas  Comunicar bien los elogios  Ofrecer ayuda y motivación  Recomendar cambios a otros integrantes del equipo  Ejercer un buen control	Que el alumno escuche con atención y comunique.  Que el alumno hable con tonos y expresión amable  Que el alumno enseñe alguien del equipo que no sabe hacer algo  Que el alumno sugiera cambios en el trabajo en equipo  Que el alumno sepa esperar y no se desespere en la discusiones en equipo
8.-Habilidades para metacognición y transferencia	Problemas de transferencia a situaciones de la vida	Resolución favorable	<input type="checkbox"/> 80% de los problemas deben ser resueltos con fines individuales y sociales usando el conocimiento adquirido

Para este trabajo se entiende como eficacia el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados. Para cada nivel escolar se planteo que esta estrategia lograba que todos los alumnos adquirieran las 8 competencias, por lo que definimos a la eficacia con la ecuación 1. Los resultados se muestran en la tabla II



Nivel escolar	Número de alumnos	Número de alumnos que obtuvieron el 90% de los indicadores favorables	Eficacia
Secundaria.	70	60	85%
Preparatoria.	50	27	54%
Alumnos de las carreras de Química.	120	113	94%
Alumnos de educación continúa.	60	50	83%

A manera de ejemplificar el uso de los 14 requisitos se esquematiza una sesión experimental de la materia de Metrología para los alumnos de la carrera de Química. El trabajo en el laboratorio consiste en medir la capacidad volumétrica de un recipiente geométrico usando dos métodos distintos, gravimétrico y geométrico. La sesión experimental tiene una única problemática: ¿cuál de los dos métodos es el mejor para medir volumen? La planeación con los 7 momentos se muestran en la tabla III. Los controles metrológicos son mostrados en la tabla IV.

MOMENTO	CLAVE	ESTRATEGÍA	TEMA
Activación	A	Conversación informal	Patrones, Conversación sobre los patrones
Orientación de la atención de los asistentes,	O	Mini Lección a dúo. de forma recíproca.	Confiabilidad en las mediciones, principio, método, procedimiento, trazabilidad, patrón.
Procesamiento de la información	PI	Sistema TAKE.	Plantear la hipótesis
Orientación y recapitulación.	O, R	Exposición y trazo de un mapa conceptual.	Se orienta el contenido y se recapitula para definir los procedimientos y tener claro el equipo a usar
Interdependencia social positiva	I, R	Mesa redonda	Mediante una mesa redonda se discuten las posibles soluciones a los problemas y al problema general, se evalúan errores.
Interdependencia social positiva	I	Rutina SCORE. (Saber compartir, comunicar elogios, ofrecer ayuda y motivación, recomendar cambios, ejercitar el control).	Trabajo experimental
Evaluación del aprendizaje	E	Técnica: portafolio	Se reúnen todos los documentos que resultaron de la actividad experimental.
Reflexión sobre procesos y resultados de la actividad de aprendizaje.	SSMT	Informe escrito. Discusión grupal de los resultados, análisis de los resultados y conclusiones. Resolución de problemas.	Reflexión del contenido. Respuesta a problemas presentados por el profesor, las preguntas deben estar encaminadas a resolver problemas puntuales.

CONTROL METROLÓGICO EN:	Herramienta/parámetro estadístico	Indicador	ACTIVIDAD ALUMNO	ACTIVIDAD PROFESOR
Observador	Estudio R y R	La desviación estándar de la reproducibilidad debe ser menor que la tolerancia definida.		Hacer un estudio de reproducibilidad donde participen profesores y alumnos
Principio, Método y procedimiento de medición	Validación de los métodos de prueba	Prueba de hipótesis: medir el volumen de un recipiente con volumen conocido y comprobar si hay diferencia significativa de los dos métodos con el valor conocido.	Diferenciar entre principio, método y procedimiento y debe tener clara las tolerancias de los métodos.	Validación y definir las tolerancias de cada método.
Instrumentos y equipo	Confirmación metrológica.	La incertidumbre de los instrumentos debe ser menor a las tolerancias definidas	Recopilar el valor de la incertidumbre. Usar adecuadamente los instrumentos	Debe enviar a calibrar los instrumentos y/o caracterizar el equipo auxiliar..
Magnitudes de influencia	Validación	Estudio de robustez.	Recopilar el valor de la incertidumbre	Hacer el estudio y si se ve afectado evaluar la incertidumbre
Resultado	Estimación de la incertidumbre de los dos métodos	Corrección,	Estimar la incertidumbre	
Trazabilidad	Demostrar la trazabilidad	Identificar que el método gravimétrico la trazabilidad es un material de referencia certificado (agua) y el método geométrico es trazado al patrón de un kg	Identificar los diferentes caminos de trazabilidad y hacer una carta de trazabilidad para cada método.	Proporcionar el agua como material de referencia certificado y el instrumento para medir longitud con trazabilidad al kg patrón nacional.
Elementos involucrados en el proceso de medir	No contiene elementos especiales.			

## CONCLUSIONES.

La secuencia didáctica propuesta es flexible y dinámica, basada en el trabajo cooperativo, con un control estricto en las medidas lo que permite estimar la incertidumbre de medición, este valor cuantitativo de la calidad lleva a que el alumno encuentre sentido y significado a lo estudiado. Los indicadores mostraron una eficacia a excepción de los alumnos de la preparatoria. Se mostraban desmotivados, no se logró un trabajo en equipo cooperativo, las actividades se las dividían y el trabajo no era “cabezas juntas”, seguramente porque en la muestra practicada eran alumnas cuya forma de enseñanza en los períodos anteriores fue conductista. Por lo que se sugiere introducir esta metodología de manera paulatina para este tipo de alumnos, incluyendo sesiones conductistas. Esta metodología requiere un gran trabajo previo a la sesión experimental por parte del profesor, donde haga las actividades de validación, se asegure que el

equipo está metrologicamente caracterizado y calibrado. Que tenga una alta repetibilidad cuando el experimento es llevado a cabo por varios observadores para que se asegure que con un manejo adecuado de errores, análisis de la incertidumbre y las tolerancias se logre adquirir el conocimiento significativo.

## BIBLIOGRAFÍA.

Ferreiro, R. ( 2004) *Estrategias didácticas del aprendizaje cooperativo*. Edit. Trillas

Pro Bueno, A. (1998) *¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias*. *Enseñanza de las ciencias* 16 (1) 21-41

Tejeda, F. (2000) *Estrategias didácticas para adquirir conocimiento*. *Revista española de pedagogía* 217 491-513.

ISO 10012:2003 (2003) *Measurement management systems. - Requirements for measurement processes and measuring equipment*.

## CITACIÓN

OLVERA, M.; REYES, S. y ZAVALA, S. (2009). Estrategias basadas en el aprendizaje cooperativo y en la metrología para el laboratorio en el trabajo experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3464-3470

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3464-3470.pdf>