



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA ESTEQUIOMETRÍA QUIMICA**

**Ana Isabel Henao Valencia**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería y Administración  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Palmira (Colombia)**

**2019**



# **ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA ESTEQUIOMETRÍA QUÍMICA**

**Ana Isabel Henao Valencia**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

Doctor: Juan Carlos Menjivar Flores

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería y Administración  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Palmira (Colombia)**

**2019**



## *Dedicatoria*

A Dios, por ser mi guía y bendecirme en cada paso de mi vida,

A mis hijos y a mis sobrinos por ser mi inspiración y la luz de mi vida,

A mi esposo por su paciencia,

A mis padres por su apoyo incondicional,

A mis hermanas por ser mi soporte y estar siempre presentes,

A la memoria de mi hermano Luis Gerardo, te llevo siempre en mi corazón,

A mis estudiantes por ser la razón de mi profesión.



## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional por formarme en beneficio de mis estudiantes.

A la junta directiva de La Fundación Hispanoamericana y a los directivos del Colegio Hispanoamericano por su invaluable apoyo para realizar la maestría.

A Ángel Mozo Calvo, miembro de la junta directiva de la Fundación Hispanoamericana, por creer siempre en mí. Mil gracias.

Al Doctor Juan Carlos Menjivar Flores, por ser mi director de tesis y mi soporte en el proceso de investigación. Mil gracias.

A la Doctora Teresa Pontón Ladino, por su inmenso interés en mi proceso educativo.

A Yamileth Sandoval Ocampo, por su amabilidad y diligencia en todo el proceso de la maestría.

Al profesor Boris Fernando Candela Rodríguez, por su disposición y orientación.

A mis compañeros del Colegio Hispanoamericano, Francisco Calle Varón y Sandra Patricia Motoa Sabala por su colaboración y afecto.

A María Claudia Mosquera Ortiz, por sus valiosos aportes y amistad incondicional.



## Resumen:

Diferentes estudios han demostrado la dificultad que representa para los estudiantes de Educación Media el aprendizaje de la química, debido a su lenguaje abstracto y a la complejidad en la solución de problemas que implican el uso de cálculos matemáticos. De ahí, que esta investigación presenta una estrategia para el aprendizaje significativo de la estequiometría química en estudiantes de grado décimo, que promueve el interés por construir el conocimiento científico; a partir del uso del laboratorio como experiencia real y establecimiento de la relación sinérgica entre la proporcionalidad directa y la estequiometría. En este sentido, se utiliza una metodología mixta, donde se recogen fuentes documentales en dos fases, una cualitativa en la que se tiene en cuenta el ciclo de aprendizaje de Karplus y se documenta con trabajo de práctico de laboratorio y de aula y una cuantitativa, en la que se aplica el instrumento de Pretest y Postest, los datos arrojados en ellos se analizan mediante el índice normalizado de ganancia de aprendizaje de Hake, con el fin de evaluar el aprendizaje del concepto, obteniéndose como resultado una ganancia de 0,726 y se logra establecer una relación sinérgica entre la proporcionalidad directa y el aprendizaje significativo de la estequiometría química para los estudiantes de grado décimo, evidenciado en la aplicabilidad cotidiana o industrial de las fórmulas o compuestos y en la correcta resolución de las diversas pruebas escolares relacionadas con la Química, en especial, las que requieren operaciones matemáticas, como el balanceo de ecuaciones.

**Palabras clave:** estrategia, aprendizaje significativo, experiencia real, proporcionalidad directa, estequiometría química.

## Abstract

Different studies have shown the difficulty that High School students have to endure when learning Chemistry, due to its abstract language and complexity in solving problems that involve the use of mathematical calculations. Therefore, the following research presents a meaningful learning strategy in chemical stoichiometry for tenth grade students, which promotes interest in building scientific knowledge; by using the laboratory as real experience and establishing the synergistic relationship between direct proportionality and stoichiometry. In this regard, a mixed methodology is used, where documented sources are collected in two phases, a qualitative one in which the Karplus learning cycle is taken into account and documented by laboratory and classroom work, and a quantitative in which the Pre-test and Post-test instrument are applied, the data produced by them is analyzed through Hake's normalized gain index, in order to evaluate the learning concept, evidenced in the daily or industrial applicability of the formulas or compounds and in the correct resolution of the various school tests related to Chemistry, especially those that require mathematical operations, such as the balancing of equations.

**Keywords:** strategy, meaningful learning, real experience, direct proportionality, chemical stoichiometry.

<b>Contenido</b>	<b>Pag</b>
<b>Resumen y abstract .....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XIV</b>
<b>Lista de gráficas.....</b>	<b>XVI</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Capítulo 1:Planteamiento del problema y justificación .....</b>	<b>3</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Justificación.....	5
1.3 Hipótesis.....	6
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo General .....	7
1.4.2 Objetivos especificos.....	7
<b>2. Capítulo 2: Revisión de literatura.....</b>	<b>8</b>
2.1 Historia y conceptualización de la estequiometría química .....	8
2.2 Antecedentes.....	10
2.3 Aprendizaje Significativo y la experimentación .....	11
2.4 La proporcionalidad directa y su relación con la estequiometría.....	13
2.5 Dificultades en el Aprendizaje de la estequiometría.....	14
2.5.1 El lenguaje de la química como factor de dificultad en el aprendizaje de la estequiometría.....	14
2.5.2 Los conocimientos previos y operaciones matemáticas como factor de dificultad en el aprendizaje de la estequiometría química.....	15
2.5.3 La falta de experimentación como factor de dificultad en el aprendizaje de la estequiometría química.....	16

<b>3. Capítulo 3 Materiales y Métodos</b> .....	<b>17</b>
3.1 Localización de la investigación.....	17
3.2 Descripción de la población de estudio .....	17
3.3 Metodología.....	17
3.4 Recolección de la información.....	18
3.5 Secuencia para la obtención de los resultados .....	19
3.5.1 Fase cualitativa.....	19
3.5.1.1 Motivación para realizar una feria de la ciencia.....	19
3.5.1.2 Presentación de anteproyectos.....	20
3.5.1.3 Trabajo en el laboratorio de química.....	22
3.5.1.4 Productos elaborados.....	24
3.5.1.5 Presentación de la Feria de la Ciencia.....	28
3.5.1.6 Trabajo de proporcionalidad directa usando formatos.....	30
3.5.1.7 Implementación de talleres en clase.....	32
3.5.1.8 Implementación de prácticas de laboratorio usando cálculos.....	34
3.5.2 Fase cuantitativa. ....	39
3.5.2.1 Pretest.....	39
3.5.2.2 postest.....	40
3.6 Análisis de la información.....	40
<b>4. Capítulo 4: Resultados y Discusión</b> .....	<b>43</b>
4.1 Fase Cualitativa.....	43
4.1.1 Trabajo experimental.....	43
4.1.2 La proporcionalidad directa usando formatos.....	44
4.2 Fase cuantitativa.....	50
4.2.1 Análisis del pretest y postest.....	50
<b>5. Conclusiones</b> .....	<b>55</b>
<b>A. Anexo A: Pretest</b> .....	<b>57</b>
<b>B. Anexo B: Postest</b> .....	<b>61</b>
<b>C. Anexo C: Productos elaborados</b> .....	<b>65</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>88</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 3-1:</b> Formato para anteproyecto de la Feria de la Ciencia.....	21
<b>Figura 3-2:</b> Registro fotográfico en la preparación de los productos.....	23
<b>Figura 3-3:</b> Ejemplos de productos fabricados, sin etiquetas.....	26
<b>Figura 3-4:</b> Ejemplos de productos fabricados, con etiquetas.....	27
<b>Figura 3-5:</b> Registro fotográfico Feria de la Ciencia.....	29
<b>Figura 3-6:</b> Registro fotográfico: Trabajo de aula, con formatos de la feria de la ciencia como taller.....	32
<b>Figura 3-7:</b> Notas de cuaderno.....	33
<b>Figura 3-8:</b> Guía de laboratorio: Mol, Reacciones químicas y su relación con la Ley de la conservación de la masa.....	34
<b>Figura 3-9:</b> Guía de laboratorio: Realicemos cálculos.....	36
<b>Figura 3-10:</b> Registro fotográfico: Fabricación de jabón líquido y sales relajantes.....	38
<b>Figura 3- 11:</b> Fórmula índice de ganancia de aprendizaje de Hake.....	41
<b>Figura 4-1:</b> Taller de proporcionalidad usando formato de la feria de la ciencia.....	45

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 3-1:</b> Productos elaborados.....	24
<b>Tabla 3.2:</b> Aceites esenciales.....	65
<b>Tabla 3-3:</b> Betún.....	66
<b>Tabla 3-4:</b> Brillo labial .....	66
<b>Tabla 3-5:</b> Burbujas mágicas aromáticas.....	67
<b>Tabla 3-6:</b> Crema para afeitarse.....	68
<b>Tabla 3-7:</b> Crema dental.....	68
<b>Tabla 3-8:</b> Crema para manos.....	69
<b>Tabla 3-9:</b> Desinfectante multiusos.....	70
<b>Tabla 3-10:</b> Desodorante de limón y naranja.....	71
<b>Tabla 3-11:</b> Gel antibacterial.....	72
<b>Tabla 3-12:</b> Gel para cabello.....	73
<b>Tabla 3-13:</b> Gomas de gelatina.....	74
<b>Tabla 3-14:</b> Jabón revelador de bacterias.....	74
<b>Tabla 3-15:</b> Jabones artesanales en glicerina.....	75
<b>Tabla 3-16:</b> Mermelada de café y manzana.....	76
<b>Tabla 3-17:</b> Labial mate.....	76
<b>Tabla 3-18:</b> Linimento para deportistas.....	77
<b>Tabla 3-19:</b> Base para maquillaje.....	78
<b>Tabla 3-20:</b> Pegante en barra.....	79

---

<b>Tabla 3-21:</b> Perfumes.....	80
<b>Tabla 3-22:</b> Pestañina a prueba de agua.....	81
<b>Tabla 3-23:</b> Shampoo anticaspa.....	82
<b>Tabla 3-24:</b> Talco antitranspirante.....	83
<b>Tabla 3-25:</b> Velas aromáticas.....	83
<b>Tabla 3-26:</b> Gel antimosquitos.....	84
<b>Tabla 3-27:</b> Gel para masajes.....	85
<b>Tabla 3-28:</b> Jabón líquido para manos.....	86
<b>Tabla 3-29:</b> Limpiavidrios.....	87
<b>Tabla 3-30:</b> Preguntas realizadas con los formatos de la Feria de la ciencia.....	30
<b>Tabla 3-31:</b> Objetivo de las preguntas del pretest y concepto a indagar.....	39

## Lista de gráficas

Pag

<b>Gráfica 4-1:</b> Comparativo de resultados de talleres usando formatos de la Feria de la Ciencia.....	47
<b>Grafica 4-2:</b> Resultados del Pretest.....	50
<b>Grafica 4-3:</b> Resultados del Postest.....	51
<b>Grafica 4-4:</b> Comparativo resultados de Pretest- Postest.....	51

## Bibliografía

- Aragón, M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), pp. 109-121.
- Ausubel, D (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México. P.235.
- Ausubel, D.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (1990): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Madrid, Ed. Trillas.
- Bensaude – Vincent, B; Stengers I. (1997), *Historia de la Química*. Addison – Wesley, UAM, Madrid.
- Brown, T; Le May, J; Bursten, B; Burgen, J.(2004). *Química, La ciencia central*.9a ed. México: Prentice Hall.
- Carmona, E. (2010). La importancia de la experimentación en química. *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Departamento de Química Inorgánica e Instituto de Investigaciones. *Vol. 104, Nº. 1, pp 189-202*.
- Candela, B; Viáfara, R. (2014). *Aprendiendo a enseñar química*. Universidad del Valle. Programa editorial.
- Cerda, H. (2013). *Los elementos de la investigación*.3a ed. Bogotá, D.C. El búho LTDA.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1998). *Metodología de la investigación*. México: *Editorial Mc Graw Hill*, 15-40.
- Chamizo, J.(2009). *Historia Experimental de la Química. Tecné, Episteme y Didaxis* . 4º Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias Conferencias Centrales 7. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.

- 
- Del valle, W. (2012). Enseñanza de la Estequiometría con un enfoque sistémico. Estudios de casos. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Dos Santos, D; Aparecida, A; Oliveira, C; Marciano, E; Da Costa, L y Bezerra, G. (2012). A Química do Lixo: utilizando a contextualização no ensino de conceitos. *Ens. de Ciências e da Matemática supl.* 2, v. 8, p. A21 - AA2.
- Fernández, N; Martínez, M. (2017). Creencias de futuros profesores de secundario de Física y Química sobre las Actividades Experimentales. X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, n.º extraordinario, 2601-2606.
- Fiol, M.L., y Fortuny, J.M. (1990). Proporcionalidad directa. La forma y el número. Madrid: Editorial Síntesis.
- Figarella E., Figarella X., (2011) Laboratorio de Química General II. Caracas. Universidad Icesi. Cuadernos Unimetanos 25-31.
- Furió, C y Padilla, K (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la “cantidad de sustancia” y el “mol”. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*.17, 55-74.
- Guisado, A. (2014). Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para Motivar el aprendizaje de la Estequiometría. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Hake, R.(1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Jasien, P.G. (2011). What do you mean that “strong” doesn’t mean “powerful”? *Journal of Chemical Education*, 88(10), 1247-1249.

- Johnson and Onwuegbuzie, A. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, Vol. 33, No. 7 (Oct., 2004), pp. 14-26.
- Johnstone, A. (1992). Macro and micro chemistry. *School Science Review*, 64 (227), 379.
- Karplus, R., Teaching for the development of the reasoning, *Research in Science Education*.10, (1980).
- Kolb, D. (1978). The Mole. *J. Chem. Educ.*, 55(11), 728-732.
- Lerma, D. (2016). *Metodología de la investigación*. 5ª ed. Bogotá. Ecoe Ediciones.
- Loaiza, J. (2011) *Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometría*. (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. Colombia.
- Martínez, S; Longhi, (2013) *Dificultades de Lectocomprension en enunciados de problemas de Estequiometria*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 10(2), 159-170.
- Merino, C, & Izquierdo, M. (2011). *Aportes a la modelización, según el cambio químico*. *Educación Química*, XXII (3), 212-223.
- Mitjans, A., *Creatividad, Personalidad y Educación*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1995.
- Moreno, J; Herreño, J; Giraldo, V, Fuentes, W y Casas, J. (2009). *¡¡Estequiometría Visible!!*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 6, núm. 3, 477-482.
- Muñoz, J. (2014). *Aplicación de una estrategia didáctica que permita la comprensión de la Estequiometría a partir de un aprendizaje significativo*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

- Naser, M; Flamini, L.(Octubre 2009).Empezamos una nueva unidad...¿Estequio...que?.  
II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa En el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- Novak, Joseph D y Gowin, D. Bob, Aprendiendo a aprender, Barcelona, España, ed. Martínez Roca, 1988, pp. 4 – 34.
- Partington, J.R. (1961) A History of Chemistry Vol. III, New York Martino Publishing.
- Proust J.L. (1799) Researches on Copper Ann. Chim, 32, 26-54. <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta> (febrero 2002).
- Proust J.L. (1806) Sur les mines de cobalt, nikel et autres, Journal de Physique, 63, 566-568. <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta> (febrero 2002).
- Pozo,J, Gómez, M(1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la Ciencia: Ideas de los 125 adolescentes sobre la química. Madrid: Centro de publicaciones del ministerio de educación y ciencia.
- Pozo,J, Gómez, M (2009). Aprender a enseñar ciencia. Sexta edición. Madrid: Morata.
- Prieto, M y Jiménez, M. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. Enseñanza de las Ciencias, 33(1), 167-184.
- Quílez, J. y Quílez, A. (2016). Clasificación y análisis de los problemas terminológicos asociados con el aprendizaje de la química: obstáculos a superar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 20-35.
- Quílez, J. y Quílez, A. (2016).¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua?. *Revista Educación Química*, 27, 105-114.
- Rodriguez, M (2004) La teoría del aprendizaje significativo *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain. P 1-10.*

Spencer, J. N., Bodner, G. M. y Richard, L. H. (2000), *Química. Estructura y Dinámica*. México: Compañía Editorial Continental.

Vergnaud, G. (1990) La teoría de los campos conceptuales, en *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 10, nº 2, 3, pp. 133-170.

Vergnaud, G. (1996). Education: the best part of Piaget's heritage. *Swiss Journal of Psychology*, 55(2/3): 112- 118.

Vergnaud, G. (2007). *Investigações em Ensino de Ciências – V12 (2)*, pp.285-302.