

INVESTIGACIÓN ACTUAL SOBRE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN MÉXICO

INVESTIGAÇÃO ATUAL SOBRE A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO MÉXICO

Andoni Garritz

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México / México, D.F. MÉXICO.

andoni@unam.mx

Resumen

Se mencionan con breves datos curriculares dieciséis de los más renombrados investigadores educativos de las ciencias en México. Se incluyen sus publicaciones desde 2010. Se concluye sobre la pequeñez del grupo de investigadores mexicanos y sobre la necesidad de multiplicar la formación de nuevos doctores.

Palabras clave: Investigadores educativos; Ciencias; México.

Resumo

Mencionados, com breves dados curriculares, dezesseis dos mais renomados pesquisadores educativos das ciências no México. São incluídas suas publicações desde 2010. Conclui-se com preocupações sobre o caráter diminuto do grupo de pesquisadores mexicanos e a necessidade de aumentar a formação de novos doutores.

Palavras-chave: Pesquisadores em educação; Ciências; México.

Introducción

En este artículo se pretende dar una idea acerca de los proyectos actuales de investigación sobre la educación en ciencias naturales en México. Para ello se va a recorrer las disciplinas (Ciencias, Física, Química y Biología), con la descripción de los últimos trabajos publicados en cada una por los investigadores más renombrados en el país.

Ciencias

Dedicada genéricamente a la investigación en la educación científica tenemos a María Teresa Guerra Ramos en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Monterrey. Ella es psicóloga de origen y realizó estudios de maestría y doctorado en educación científica en el Centro de Estudios en Educación Científica y Matemática (CSSME) de la Universidad de Leeds, en Inglaterra.

Sus intereses de investigación y su trabajo actual se centran en las percepciones de los docentes acerca de las ciencias y sus implicaciones; los rasgos del discurso científico escolar y la colaboración entre docentes e investigadores educativos para la innovación pedagógica en enseñanza de las ciencias. Tiene publicaciones en las más renombradas revistas de educación científica.

Piensa desarrollar en el futuro los siguientes temas:

- Desarrollo de habilidades científicas en educación básica;
- Actitudes y percepciones docentes sobre las actividades experimentales;
- Motivación e intereses de estudiantes de ciencias en programas de posgrado;
- Didáctica de temas científicos relacionados con salud.

Laborando en la Universidad Pedagógica Nacional, unidad Ajusco, se encuentran Ángel D. López y Mota, y Diana Patricia Rodríguez Pineda. Ángel estudió el doctorado en Educación en Ciencia, en el Institute of Education, University of London. Diana es colombiana de origen y doctora en educación por la Universidad Pedagógica Nacional en México. Tienen las siguientes líneas de investigación:

- Concepciones Epistemológicas, de Aprendizaje y de Evaluación;

- Práctica docente y evaluación de los aprendizajes;
- La Modelización para el diseño de estrategias didácticas;
- Los Ambientes de Aprendizaje en la Educación en Ciencias.

En esta misma universidad también trabaja Mayra García Ruiz, Doctora en Investigación Biomédica (Neurociencias) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es integrante de los proyectos internacionales de investigación “Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS): una acción cooperativa iberoamericana” y “Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal”.

Trabaja alrededor de las siguientes líneas de la educación ambiental:

- Conocimientos y Actitudes Ambientales.
- Relaciones de la Ciencia y la Tecnología con el Ambiente.
- Didácticas Ambientales.

Biología

También en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Monterrey trabaja Alma Adrianna Gómez Galindo, dedicada a la investigación educativa en el área de la biología. Ella hizo su doctorado en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Tiene como líneas de investigación:

- Enseñanza de la biología.
- Análisis de la construcción de modelos científicos escolares en las interacciones maestros - alumnos.
- Desarrollo y análisis de actividades de innovación para la enseñanza de las ciencias.

Participa actualmente en dos proyectos subvencionados:

- El trabajo por proyectos en ciencias naturales en educación primaria: análisis del estado actual y propuestas para su enriquecimiento. Apoyado por CONACYT convocatoria SEP-SEB 2012. No. 189439 (2013- 2014).

- Enseñanza de la evolución en educación básica: hipótesis de progresión y consideraciones para la enseñanza intercultural, con los participantes: Leonardo Martínez Gonzales Galli, Universidad de Buenos Aires, Argentina, y Alejandra García Franco, UAM Cuajimalpa, México.

En el grupo de investigación del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM trabaja en el área de la biología como estudiante doctoral Beatriz Eugenia García Rivera, dirigida por Leticia Gallegos.

Física

Los cuatro investigadores más renombrados en esta disciplina trabajan en la UNAM y son Jorge Rafael Barojas Weber y María del Pilar Segarra Alberú (en la Facultad de Ciencias); Leticia Gallegos Cázares y Fernando Flores Camacho (en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico).

Las líneas de investigación que cultivan los dos primeros (físicos de origen) son:

- Problemas de aprendizaje en la enseñanza introductoria de la mecánica clásica (trayectoria de un viaje interplanetario), la mecánica de fluidos y la mecánica cuántica.
- Representación e interpretación de los espacios cognitivos en el estudio de la Física.
- Dimensiones cognitiva, epistemológica y social de la didáctica de la Física.
- Aplicaciones de la gestión del conocimiento en el estudio de organizaciones educativas.

Y tienen pensado comprometerse en los siguientes proyectos:

- Aprendizajes prescriptivos y emergentes en proyectos semipresenciales y a distancia.
- Resiliencia educativa y creación de comunidades de aprendizaje.
- Solución de problemas, metacognición y desarrollo de competencias.
- Creación de juegos didácticos y análisis de la física mágica en obras pictóricas.

En relación con los dos segundos (igualmente físicos de origen y doctorados en Pedagogía en la UNAM, México), cultivan los siguientes temas de investigación:

- Didáctica de las ciencias en educación indígena con niños y maestros
- Enseñanza de las ciencias en ambientes colaborativos
- Cambio conceptual y construcción de múltiples representaciones

Actualmente son responsables del proyecto de diseño de nuevos laboratorios de ciencias en el bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Química

José Antonio Chamizo, quien trabaja en la Facultad de Química de la UNAM, está especializado en Historia y Filosofía de la Química y su educación, principalmente sobre el desarrollo de modelos. Obtuvo su doctorado en temas de química órgano-metálica en la Universidad de Sussex en Inglaterra. Escribió con el autor de este trabajo dos capítulos del **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**, que está por aparecer en 2014.

Dulce María López Valentín, quien labora en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Monterrey, está escribiendo actualmente cuatro trabajos, relacionados con las áreas química y biológica:

- Con Consuelo Domínguez y Carles Furió, Historical and philosophical evolution of chemical element, substance and simple substance concepts. Do chemical element and simple substance have the same epistemological status nowadays?

- Con Liliana Guadalupe Pulido y otros coautores, los tres siguientes:

- Modelo 3D: célula y citoesqueleto.
- Context-based teaching of lyophilization processes
- Hacer y pensar: prácticas de Biología

Kira Padilla-Martínez trabaja en la UNAM. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Valencia, España. Su especialidad es el Conocimiento pedagógico del Contenido, aunque trabaja actualmente en un proyecto de la Secretaría de Educación Pública sobre Desarrollo de habilidades docentes en indagación para mejorar la enseñanza de las ciencias en la educación básica.

Alejandra García Franco labora en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Cuajimalpa y obtuvo su doctorado en Pedagogía en la UNAM. Se especializó en el tema del conocimiento intuitivo de los estudiantes en química, a través de patrones básicos, denominados como primitivos fenomenológicos. Llegó a la conclusión de varias ideas primitivas que poseen los estudiantes, tales como: 1) Uno de los componentes determina la propiedad; 2) Los cambios requieren agentes activos; 3) Una interacción ocurre entre un agente activo y otro pasivo y 4) Algunas sustancias reaccionan de manera natural.

Clara Alvarado-Zamorano trabaja en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM y acaba de graduarse como doctora en la Universidad de Extremadura en Badajoz, España. Cultiva el tema de ácidos y bases y le gusta el tema de la enseñanza apoyada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Por último, el autor de este trabajo labora en la UNAM, donde también obtuvo su doctorado en Fisicoquímica, después de una estancia en la Universidad de Uppsala, en Suecia. Su especialidad es el conocimiento pedagógico del contenido, la enseñanza de la química teórica y la dimensión ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza. Fue invitado, junto con Kira Padilla al «PCK Summit» en Colorado Springs, Colorado State, Estados Unidos, donde con el apoyo de la National Science Foundation se reunieron los 30 investigadores más prestigiados del orbe sobre Pedagogical Content Knowledge (PCK), de ocho países diferentes: Alemania, Australia, Corea del Sur, Estados Unidos, Holanda, Inglaterra, México, y Sudáfrica.

Actualmente está elaborando trabajos en relación con los siguientes temas:

- Conocimiento pedagógico de la indagación de los talleristas del programa pauta;
- Conocimiento pedagógico de la Naturaleza de la Ciencia en profesores del bachillerato;
- Preguntas de doble escalón para conocer concepciones alternativas y desempeño de los estudiantes (en colaboración con la Universidad de Montreal, Québec, Canadá);
- Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza en los países emergentes y en desarrollo.

Conclusiones

La conclusión más obvia de este estudio es el pequeño tamaño del conjunto de investigadores en educación en ciencias, aunque su productividad escrita resulte ser razonable. Será necesario en los próximos años incrementar el número de doctores que investiguen en estas áreas, por lo que va a resultar fundamental apoyar a todos estos investigadores para que dirijan tesis doctorales.

Agradecimiento

El autor desea agradecer la información proporcionada por la mayoría de los investigadores citados en este estudio.

Referencias

ADÚRIZ-BRAVO, A., et. ali. **Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI**, México: Secretaría de Educación Pública, 2011.

ALARCÓN-VÁZQUEZ, N., et. ali. En Leticia Gallegos Cázares y Fernando Flores Camacho (eds). **Secuencias didácticas de Química para los laboratorios del Bachillerato UNAM**. México: CCADET/UNAM, 227 págs., 2011. ISBN 978-607-02-2739-4.

ALVARADO-ZAMORANO, C. et. ali. Enseñanza y aprendizaje de ácidos y bases en contexto: acidificación de los océanos, **Educación Química (EduQ)**, v. 3, n. 9, p. 4-12, 2011.

ALVARADO-ZAMORANO, C. et. ali. Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato, **Enseñanza de las Ciencias**, No. Extraordinario IX Congreso, Girona, Catalunya, p. 107-112, 2013.

ÁVILA, A.; CARRASCO ALTAMIRANO, A. et. ali. (Coords.) **Una década de investigación educativa en conocimientos disciplinares en México (2002-2011): matemáticas, ciencias naturales, lenguaje y lenguas extranjeras**. COMIE-ANUIES. 345 pp., en prensa, 2014.

BARAHONA, A., CHAMIZO, J. A., GARRITZ, A. and SLISKO, J. The History and Philosophy of Science and Science Teaching in Mexico. In Michael Matthews (Ed.)

International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching. (Chapter 68). Springer, 2014, in the press.

BAROJAS WEBER, J. Formación de profesores y desarrollo de competencias: el caso de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, **Educación Química**, v. 21 n. 4, p. 332-338, 2010.

BAROJAS WEBER, J. Desarrollo de competencias y redes de colaboración, **Latin American Journal of Physics Education (LAJPE)**, v. 4, Suppl. 1, p. 980-986, 2010.

BAROJAS WEBER, J. et. ali. Lo virtual en la formación de profesores del bachillerato. Tercer Congreso Internacional de Enseñanza Media Superior y Superior. Noviembre 2010. Disponible en www.cems20120.df.gob.mx

BAROJAS WEBER, J. Y MARTÍNEZ JIMÉNEZ, M. Calidad en la formación profesional del físico, Tercer Congreso Internacional de Enseñanza Media Superior y Superior. Noviembre 2010. Disponible en www.cems20120.df.gob.mx

BAROJAS WEBER, J. Instrumento de interpretación hermenéutico-analógico-icónica en la solución de problemas, en **Hermenéutica docens, hermenéutica utens**, Ricardo Blanco Beledo (compilador), Cuadernos del Seminario de Hermenéutica No. 4, Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM, p. 153-186, 2011.

BAROJAS WEBER, J., López López, R. y Martínez Jiménez, M. Dificultades para cambiar y oportunidades para mejorar en educación: la formación de profesores de física para el bachillerato, **Revista de Investigaciones Educativas**, N.º 55/2-marzo 2011; disponible en <http://www.rieoei.org/expe/4018Barojas.pdf>, 69-75, 2011.

BAROJAS WEBER, J. and MARTÍNEZ JIMÉNEZ, M., Motivating, guiding and assessing active learning in quantum physics, **Latin American Journal of Physics Education (LAJPE)**, v. 6, Suppl. I, 416-419, 2012.

BAROJAS WEBER, J. et. ali. A high school physics teachers master degree program, **Latin American Journal of Physics Education (LAJPE)**, v. 6, Suppl. I, 326-329, 2012.

BAROJAS WEBER, J. El sentimiento de religiosidad cósmica de Albert Einstein, **Quaerentibus**, v. 2, 122-140, 2013. Disponible en URL <http://www.cienciayreligion.org/quaerentibus/DQ02.pdf>.

BONILLA-PEDROZA, M. X. FLORES-CAMACHO, F. y GALLEGOS-CÁZARES, L. Concepciones epistemológicas y de aprendizaje de docentes de ciencias, México. En Zuraya Monroy Nasr, Riboberto León Sánchez, Germán Alvarez de León (Eds), **Enseñanza de la ciencia**, México: Fac. Psicología UNAM, pp. 203-214, 2012.

- CALDERÓN-CANALES, E., FLORES-CAMACHO, F. y GALLEGOS-CÁZARES, L. Elementary students' mental models of the solar system. **Astronomy Education**, 2013. Review. <http://dx.doi.org/10.3847/AER2012044>.
- CANEDO-IBARRA, S. et. ali. Cambio conceptual y construcción de modelos científicos en educación infantil: el modelo de ser vivo. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, v. 17, n. 54, p. 691-727, 2012.
- CHAMIZO, J. A. y GARCÍA-FRANCO, A. (coords), **Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales**, México: UNAM, 2010.
- CHAMIZO, J. A. Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias, **Revista Eureka**, v. 7., n. 1, p. 26-41, 2010.
- CHAMIZO, J. A. La imagen pública de la química, **Educación Química**, v. 22, n. 4, 320-331, 2012.
- CHAMIZO, J. A., CASTILLO, D. y PACHECO, I. La naturaleza de la química, **Educación Química**, v. 23, n. extraord. 2, 298-304, 2012
- CHAMIZO, J. A. Heuristic Diagrams as a Tool to Teach History of Science, **Science & Education**, v. 21, n. 5, 745–762, 2012.
- CHAMIZO, J. A., CATALÁ, R. M. y JIMÉNEZ-APARICIO, A. M. Los programas de evaluación docente en el Colegio Madrid, **Educación Química**, v. 23, n. 2, 192-199, 2012.
- CHAMIZO, J. A. Sobre la evaluación docente, **Educación Química**, v. 23, n. 2, 176-178, 2012.
- CHAMIZO, J. A. Technochemistry: One of the chemists' ways of knowing, **Foundations of Chemistry**, v. 15, n. 2, 157–170, 2013.
- CHAMIZO, J. A. A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching, **Science & Education**, v. 22, n. 7, 1613–1632, 2013.
- CHAMIZO, J. A. and GARRITZ, A. Historical teaching of atomic and molecular structure. In Michael Matthews (Ed.) **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. (Chapter 12). Springer, 2014, in the press.
- COVARRUBIAS MARTÍNEZ, H. et. ali. (eds). **Secuencias didácticas de Física para los laboratorios del Bachillerato UNAM**. México: CCADET/UNAM, 287 págs., 2011. ISBN 978-607-02-2721-9.
- FLORES-CAMACHO, F. y GALLEGOS-CÁZARES, L. **Ciencias 2 Física. Horizontes**, México: Santillana, pp. 272, 2013. ISBN: 978-607-01-1413-7.

GARCÍA FRANCO, A. y TABER, K. S. Pensamiento intuitivo y aprendizaje de la química. **Educación Química**, v. 21, n. 2, 111-117, 2010.

GARCÍA TORRES, C. and BAROJAS WEBER, J. Experimental physics through the Internet, **Latin American Journal of Physics Education (LAJPE)**, v. 6, Suppl. I, p. 248-251, 2012.

GARRITZ, A. Pedagogical Content Knowledge, In Richard Gunstone (Ed.) **Encyclopedia of Science Education**. New York, USA: Springer online (Print Version forthcoming in 2014).

GARRITZ, A., CAPELLA, S., CHAMIZO, J. A. and GARRITZ, J. Exiled Chemists of the Spanish Civil War's Footprint in Mexico. History on five renowned Spanish-Mexican chemists, **History Research**, v. 3, n. 6, p. 16-32, 2013.

GARRITZ, A. Teaching the Philosophical Interpretations of Quantum Mechanics and Quantum Chemistry through Controversies. Special issue on [Philosophical Considerations in Teaching of Chemistry] edited by Sibel Erduran, **Science & Education**, v. 22, n. 7, p. 1787-1808, 2013.

GARRITZ A., SOSA, P. et. ali. Una secuencia de enseñanza/aprendizaje para los conceptos de sustancia y reacción química con base en la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, **Educación Química**, v. 24, N. 4, P. 439-450, 2013.

GARRITZ RUIZ, A. y ORTEGA-VILLAR, N. A. Capítulo 12. El aspecto afectivo en la enseñanza universitaria. Cómo cinco profesores enseñan el enlace químico en la materia condensada. En Vicente Mellado Jiménez, Lorenzo J. Blanco Nieto, Ana Belén Borrachero Cortés y Janeth A. Cárdenas Lizarazo (Eds.). **Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas**. volumen II. (Pp. 277-304). Badajoz, España: Editorial Deprofe, Universidad de Extremadura, 2013. ISBN: 978-84-15090-10-6.

GARRITZ, A. et. ali. **Concepciones de naturaleza de ciencia y relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. Investigaciones en profesores, alumnos, lineamientos curriculares y textos escolares**, Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima, 2013.

GÓMEZ, A. et. ali. **Innovación en la Enseñanza de las Ciencias. Resultados y reflexiones en torno a la transferencia e implementación de innovaciones en educación básica en México en el contexto del proyecto internacional kidsINNscience**. Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 2013. ISBN: 978-607-27-0150-2

GÓMEZ, A. y LIMÓN, A. La enseñanza de las ciencias desde la indagación: Una experiencia con un acuario en primaria. En: Membiela, P., Casado, N. y Cebreiros, M. (Eds.), **Retos y perspectivas en la enseñanza de las ciencias**, España: Educación Editora. P. 359-363, 2013. ISBN: 978-84-15524-12-0

GÓMEZ, A. Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. **Enseñanza de las ciencias**, v. 31, n. 1, p. 11-28, 2013.

GÓMEZ, A. Enseñanza de la biología en educación básica: modelización y construcción de explicaciones multimodales. **Biografía: Estudios sobre la Biología y su enseñanza**, Número extra, Mayo 2012.

GÓMEZ, A. Luces y sombras: Aprendiendo a explicar científicamente. En: Badillo, E., García, L., MARBÀ, A., y BRISEÑO, M. (Coords.) **El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas**. Universidad de los Andes: Venezuela. Págs. 301-328, 2012.

GÓMEZ, A. Desarrollo de modelos científicos escolares sobre órganos de los sentidos y sistema nervioso en educación básica. En: García Horta, J. B. y Campillo Toledano, C. (Eds.), **Escenarios y actores educativos: experiencias y reflexiones sobre la educación en México**. México, UANL. Págs. 409-440, 2011.

GÓMEZ, A. y ÁDURIZ-BRAVO, A. ¿Cómo enseñar ciencias? En: Las ciencias naturales en educación básica: formación de ciudadanos para el siglo XXI. López y Mota, A. y Guerra, M. (Coords). SEP, México. Págs. 93-128, 2011.

GUERRA-RAMOS, M. T.; RYDER, J. y LEACH, J. Ideas about the nature of science in pedagogically relevant contexts: insights from a situated perspective of primary teachers' knowledge. **Science Education**, v. 94 n. 2, p. 282-307, 2010.

GUERRA RAMOS, M. T. Analogies as tools for meaning making in elementary science education: how do they work in the classroom. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 7 n.1, p. 29-39, 2011.

GUERRA-RAMOS, M. T. y LÓPEZ VALENTÍN, D. M, Las actividades incluidas en el libro de texto para la enseñanza de las ciencias naturales en sexto grado de primaria: análisis de objetivos, procedimientos y potencial para promover el aprendizaje. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, v. 16 n. 49, p. 441-470, 2011.

GUERRA RAMOS, M. T. Teachers' ideas about the nature of science: A critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. **Science & Education**. v. 21, n. 5, p. 631-655, 2012.

GUERRA-RAMOS, M. T, Planeación docente para la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria y su mejoramiento a través de la reflexión; un estudio de caso. **Revista Educ@rnos**, v. 2 n. 7, 75-93, 2012.

GUERRA-RAMOS, M. T., GARCÍA-HORTA, J. B. y LÓPEZ-VALENTÍN, D. M. (2013). Desarrollo de un cuestionario para evaluar las actitudes y percepciones de docentes de

educación secundaria en relación con las actividades experimentales. **Realidades. Revista de la Facultad de Trabajo Social y Desarrollo Humano**. Universidad Autónoma de Nuevo León. V. 3, n. 1, p. 125-136 mayo-octubre, 2013.

JUSTI, R., CHAMIZO, J. A., GARCÍA-FRANCO, A. y FIGUEIRÊDO, K. L. Experiencias de formación de profesores de ciencias latinoamericanos sobre modelos y modelaje, **Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, n. 3, 413–426, 2011.

LÓPEZ VALENTÍN, D. M. y GUERRA RAMOS M. T. Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de Ciencias Naturales para Educación Primaria utilizados en México. **Enseñanza de las ciencias**, v. 31 n. 2, p. 173-191, 2013.

LÓPEZ-VALENTÍN, D. M. y FURIÓ-MÁS, C. Diseño de una secuencia de enseñanza para introducir el concepto de elemento químico en la Enseñanza Secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**. Número extra. pp. 1997-2001, 2013.

LÓPEZ-VALENTÍN, D. M., GUERRA-RAMOS, M. T. y PULIDO-CÓRDOBA, L. G. Enseñanza de la energía eléctrica en educación primaria: desarrollo de una unidad didáctica. **Enseñanza de las Ciencias**. Número extra. pp. 2002-2007, 2013.

LÓPEZ-VALENTÍN, D. M., PULIDO-CÓRDOBA, L. G. & CHÁVEZ-REYES, A. An easy way to distinguish DNA from protein: an experiment for general chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 10, p. 1333-1335, 2012.

LÓPEZ VALENTÍN D. M. Algunas reflexiones, experiencias y soluciones para la enseñanza de las Ciencias Naturales. En García Horta, J. B. y Campillo Toledano, C. (Coords.). **Escenarios y actores educativos. Experiencias y reflexiones sobre la educación en México**. UANL, México. p. 311-336, 2011.

LÓPEZ y MOTA, A. y Guerra Ramos M. T. (Coord.) (2011). **Las ciencias naturales en educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI**. México: Secretaría de Educación Pública. ISBN 978607467072-1.

MARTÍNEZ, A., VALDÉS, J., TALANQUER, V. y CHAMIZO, J. A. Estructura de la materia: de saberes y pensares, **Educación Química**, v. 23, n. 3, p. 361-369, 2012.

MARTÍNEZ PARRA, C. L. et. ali. En Leticia Gallegos Cázares y Fernando Flores Camacho (eds). **Secuencias didácticas de Biología para los laboratorios del Bachillerato UNAM**. México: CCADET/UNAM, 213 págs., 2011. ISBN 978-607-02-2723-3.

MELO-NIÑO, L et. ali. El conocimiento didáctico del contenido del modelo cinético molecular, de profesores mexicanos de educación secundaria, **Enseñanza de las Ciencias**, No. Extraordinario IX Congreso, Girona, Catalunya, p. 2280-2284, 2013.

PÉREZ-CAMPILLO, Y. y CHAMIZO, J. A. El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias, *Ciência & Educação*, v. 19, n. 3, p. 499-516, 2013.

RAMÍREZ OLVERA, G. and BAROJAS WEBER, J. Development of learning strategies with the support of instructional instruments, **Latin American Journal of Physics Education (LAJPE)**, Volume 6, Suppl. I, p. 164-167, 2012.

REYNAGA PEÑA, CRISTINA G., LÓPEZ-VALENTÍN, D. M. y MORENO GUTIÉRREZ, C. Propuesta de evaluación del aprendizaje disciplinar en biología para estudiantes con discapacidad visual utilizando un enfoque kinestésico. **Enseñanza de las Ciencias**. Número extra. pp. 2992-2996, 2013.

RODRÍGUEZ PINEDA, D. P., IZQUIERDO AYMERICH M. y LÓPEZ VALENTÍN D. M. ¿Por qué y para qué enseñar ciencias? En *Las Ciencias Naturales en Educación básica: formación de ciudadanos para el siglo XXI*. López y Mota, A. y Guerra-Ramos, M. T. (Coords.). SEP, México. p. 11-40, 2011.

Taber, K. S. y García Franco, A. Learning processes in chemistry. Drawing upon cognitive resources to learn about the particulate structure of matter. **Journal of the Learning Sciences**, v. 19, n. 1, 99–142, 2010.

Sobre el autor

Andoni Garritz: Ingeñiero Químico. Mestre y doctor en Físico-Química por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con intercambio de investigación en Suécia con el equipo de Química Teórica de la Universidad de Uppsala, coordinado por Per Olov Löwdin. ExCoordinador General de Pos-Grado 1989-1991 y Director de la Facultad de Química de la UNAM 1993-1997, donde tiene 42 años impartiendo clases. Dedicado a la investigación sobre la enseñanza de la química desde 1984. Tiene varios libros didácticos y de divulgación y más de 150 artículos publicados. Director de la revista Educación Química, que alcanzó 24 años de vida y es indexada por Scopus.