



ENTREVISTA A ANTONIO GARCÍA-CARMONA

Olga Castiblanco



Foto: Dr. Antonio García-Carmona

Antonio García-Carmona: licenciado en Ciencias Físicas y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Ha sido profesor de ciencias (Física y Química, Tecnología y Matemáticas) en educación secundaria durante 11 años. Actualmente es profesor titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Sevilla (España). Lleva casi dos décadas dedicado a la investigación en esta disciplina.

Olga Castiblanco: licenciada en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), doctora en Educación para la Ciencia de la UNESP (Brasil). Actualmente es docente e investigadora de la UDFJC en el área de Didáctica de la Física.



Atribucion, no comercial, sin derivados

Olga Castiblanco (OC): Agradecemos al profesor Antonio por compartir con nosotros algunas de sus percepciones sobre la enseñanza de las ciencias y la formación de profesores en esta área.

Antonio García-Carmona (AGC): Gracias, para mí es un placer que hayáis estimado hacerme esta entrevista.

OC: Profesor Antonio, en primer lugar, nos gustaría que nos contara de manera breve cómo ha sido su recorrido académico y cómo llegó a la investigación en enseñanza de las ciencias.

AGC: Bueno, es una trayectoria que ya puedo considerar larga, de casi 20 años... Soy físico; me licencié en física, pero desde el primer momento ya quería ser profesor de física; y todo lo canalizaba a ser profesor, a pesar de que en España no hay una formación universitaria específica de profesor de física para educación secundaria. Tú haces una licenciatura en una carrera determinada, en este caso científica, y luego un curso de preparación pedagógica (en mi época se denominaba CAP –Curso de Aptitud Pedagógica–; en la actualidad, existe un máster de posgrado que dura un curso académico). Después, si tienes oportunidad, pasas a trabajar en la enseñanza. Entonces, mi camino fue ese, el de terminar la carrera e inmediatamente ponerme a dar clases. Fui profesor de física y química, tecnología y matemáticas durante 11 años en dicha etapa, y desde el primer momento ya tenía una inquietud muy grande por hacer innovaciones y por analizar mi práctica docente para mejorarla. De hecho, mi tesis doctoral, y gran parte de mi investigación didáctica, se ha fraguado en esta etapa de profesor de secundaria. Y, bueno, surge desde ahí esa inquietud; y ya empiezo a colaborar con gente de la universidad. Porque hice mi tesis doctoral, pero seguí en el centro educativo de secundaria algunos años más, hasta que llegó la oportunidad de ganar una plaza en la Universidad de Sevilla. Ahora, lidero un grupo de investigación en esta universidad, soy investigador principal de un proyecto de investigación

didáctica, etc. En general, estoy implicado en muchas actividades de investigación y docencia. Ese es mi recorrido, así contado muy rápido.

Quisiera añadir que mi tesis doctoral fue en didáctica de la física. La hice con la idea de buscar conexiones entre física y tecnología; concretamente sobre didáctica de la física de semiconductores. El propósito era abordar, dentro de la educación científica básica, cuestiones de electrónica física integrando tanto la perspectiva fisicoquímica como la tecnológica; y por ahí salió un trabajo pionero e interesante. Todavía creo que sigue siendo pionero, porque hay mucha tela que cortar al respecto. Hay algunos trabajos que han atendido esta línea en otros países; pero, aquí en el mío no.

OC: ¿En qué está trabajando actualmente? ¿Cuáles son sus proyecciones de construcción de nuevos conocimientos?

AGC: Como le acabo de decir, he tenido una época de más de una década centrada específicamente en la educación secundaria, entonces me ha interesado mucho el aprendizaje de los alumnos de esta etapa. Luego, mi interés se dirigió a la formación de profesores de ciencias de secundaria, aunque ahora me ocupo también de la formación de profesorado de otras etapas educativas. Las líneas en las que trabajo ahora básicamente son dos; aunque hago incursiones en algunas más porque me gusta siempre estar por todos los sitios (risas); porque creo que me enriquece. Una línea es la atención al aprendizaje de la ciencia por indagación en la formación del profesorado, es decir, la preocupación por que el profesorado pueda enseñar a su alumnado a aprender indagando. Eso requiere que los futuros profesores aprendan primero a indagar; este ha sido un proyecto que estamos terminando y que ahora pretendemos conectar con otro nuevo. Y otra línea importante es sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia como componente esencial de la alfabetización científica básica. Ahí, también, abarcamos diferentes etapas; tratamos la cuestión con alumnos de secundaria y bachillerato, así como

con el futuro profesorado de ciencias de primaria y secundaria. Creemos que la comprensión de nociones básicas sobre la naturaleza de la ciencia tiene que estar presente en todas esas etapas porque, eh, hay pocos informes educativos que no establezcan... (en mayor o menor medida, o de manera más o menos explícita, claro) que la comprensión de qué es la ciencia y cómo se construye debe ser un elemento básico de la alfabetización científica.

OC: A raíz de ese conocimiento que ha construido sobre la relación entre ciencia y tecnología, ¿qué luces nos arroja para la formación de profesores? ¿Como podríamos enriquecer los currículos de formación de profesores basados en esa relación ciencia-tecnología?

AGC: Esa es una cuestión complicada, desde un punto de vista no solo didáctico, sino también administrativo. Lo veo también con la relación entre matemáticas y física. Hay una serie de relaciones que son muy obvias desde una perspectiva teórica y didáctica, pero que luego en la práctica cuesta mucho trabajo materializar, por varias razones, en mi opinión. Una razón está en el propio sistema educativo. No sé cómo es allí en Colombia, pero en España hay una especialidad de profesorado que es de tecnología, hay otra especialidad de física y química, otra de matemáticas..., cuyos currículos no están muy bien relacionados; a veces hay incluso solapamientos de contenidos, y es difícil establecer conexiones cuando el profesorado que imparte esas materias es diferente. En mi caso, tuve la suerte de ser profesor de tecnología y de física y química, y pude hacer relaciones; pero entiendo que el profesor de tecnología, pues... pasa a lo mejor de puntillas por la física y la química, y al contrario también. Veo que hay poca construcción de artefactos en las clases de física y química; quizás muchas tareas de lápiz y papel, y algunas prácticas de laboratorio. Luego, desde el punto de vista didáctico, ahí tenemos una cuestión interesante, y es que no existe un campo específico y reconocido de didáctica de la tecnología, sino que la tenemos integrada en la

didáctica de las ciencias experimentales; y en mi opinión, bastante descuidada.

OC: Y, además, desde diferentes perspectivas, porque a veces se entiende como instrumentación, o a veces como informática..., se asume que si el futuro profesor maneja unos instrumentos o algunos programas de computador, ya sabe todo sobre la didáctica de la tecnología.

AGC: Sí, claro, efectivamente, aquí se confunde mucho eso también. Yo tengo mucho enfado con ello, porque la tecnología en el ámbito educativo se reduce a las TIC, lo cual solo es verdad en parte. Considero que conseguir una relación adecuada de la ciencia con la tecnología pasa primero por tener claras sus diferencias.

OC: Exacto.

AGC: Porque cada una tiene su identidad. Tengo la suerte de trabajar con mi amigo y experto José Antonio Acevedo, con quien comparto estas reflexiones. Hablamos de la naturaleza de la tecnología, que muchas veces no se distingue de la ciencia, pero obviamente tiene su propia identidad. Ambas se retroalimentan, se coabastecen, pero es bueno tener claro que cada una tiene su propia naturaleza. A partir de ahí, creo que se puede construir mejor la relación entre ambas. No sé en otros sitios, pero aquí en España se está muy lejos de esto; cuando se establecen los currículos oficiales se va muy por detrás de lo establecido por la investigación didáctica; y ese es el problema en el que nos encontramos. Y al final, para el profesorado corriente, que no se dedica a la investigación didáctica, pues... su referente es el currículo oficial... ¿Cómo se puede solucionar? Creo que es complicado, porque ello requiere de un cambio profundo en la formación del profesorado, y un cambio de enfoque de las propias áreas de conocimiento curricular. Es que se habla hoy de científico-tecnológico así... como para abarcar muchas cosas, pero luego ¡es un desastre!

OC: Sí, porque eso en la práctica no es tan simple hacerlo viable.

AGC: Así es. ¡Y yo no tengo la solución! (risas)

OC: Es interesante ver que, al parecer, tenemos los mismos problemas y preguntas. Porque en nuestro contexto también hay personas que reflexionamos sobre este tema, para quienes está claro que formar el pensamiento para el uso y diseño de la tecnología es mucho más que entrenar en el uso de herramientas. Y otros que la entienden desde perspectivas más prácticas o eficientes, si se quiere; inclusive entre académicos y estudiantes, y además está el problema que usted menciona sobre los recursos y la logística que esto requiere.

AGC: Sí. Mira, esto lo resolvía de una manera muy modesta, pero en la línea de la concepción que tengo. Cuando yo impartía clases en secundaria, planteaba a mis alumnos algunos problemas que tuvieran solución, pero que supusieran un desafío para ellos e implicara la construcción de algún artefacto. Uno de los que les planteé era cómo podríamos ver algo a través de un objeto opaco y tal, que requiere la construcción de un doble periscopio. Es un problema relativamente sencillo, que demanda el manejo de conocimientos científicos y matemáticos elementales para obtener el producto tecnológico; porque se deben manejar nociones básicas de óptica, de trigonometría. Luego había que llevarlo a la práctica, es decir, conseguir técnicamente los 45° que eran necesarios en la disposición de los espejos para la reflexión buscada de la luz, hacer ajustes, ver cómo tomaba forma de artefacto, etc. Ahí, los alumnos veían que se conectaban, al menos, tres materias (física, matemáticas y tecnología), esa era la manera como lo planteaba a mis alumnos. Haciendo un paréntesis en esta conversación, será por mi origen de profesor de ciencias en secundaria, la investigación didáctica que más me interesa es la que se hace desde y para el aula; porque en la didáctica de las ciencias hacen falta reflexiones (yo también las hago), pero se hacen normalmente

desde fuera y ello ayuda poco a reducir la brecha entre investigación y práctica docente. Al final, lo que el profesorado necesita son planteamientos y ejemplos concretos, cosas plausibles; porque, claro, nos podemos poner a teorizar sobre la relación entre ciencia y tecnología que hemos comentado y tal, pero luego el profesorado de a pie que está allí en su aula viéndonos dice: “Pero, bueno, ¿y esto?”.

OC: ¿Qué significa en el aula?

AGC: Sí, que al final estas cuestiones didácticas tienen que dar lugar a propuestas concretas y muy básicas para su fácil implementación en el aula por parte del profesorado que, posiblemente, no se dedique a la investigación didáctica. Por supuesto, deben estar fundamentadas en esa teoría o planteamientos teóricos, que te llevan a hacerlo de una manera o de otra, pero luego está el recorrido que hace ese planteamiento en el aula y valorar su efectividad. Eso me preocupa mucho como investigador.

OC: A propósito del trabajo en el aula, quisiéramos saber a partir de todos los estudios que ha realizado sobre naturaleza de la ciencia, ¿qué ha encontrado en relación al impacto que tiene una determinada concepción sobre naturaleza de la ciencia por parte de algún profesor(a) en su propio ejercicio docente, en el modo como actúa y enseña? ¿Está directamente relacionado?

AGC: Creo que sí, de algún modo. Nosotros tenemos unos principios pedagógicos claros con respecto a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Por ejemplo, si los científicos trabajan en grupo y discuten sus ideas, nos parece lógico que lo hagan también los alumnos en clase mientras aprenden de y sobre la ciencia; si el error forma parte del día a día de los científicos y estos aprenden de los errores, ¿por qué no vamos a promover y enriquecer entre los alumnos la idea del error como una oportunidad para aprender?, etc. Entonces, partimos de esa idea. Por tanto, contestando a su pregunta, creo que sí tiene que ver; porque lo contrario me lleva a pensar

en esa enseñanza de la ciencia absoluta, cerrada, sin discusión. ¡Las leyes de Newton son así!, ¡este problema se resuelve así, donde hay una solución siempre!; y bueno, surgen todos los mitos que ya conocemos sobre la ciencia, y que se siguen perpetuando en el aula. La visión que tiene el profesor de cómo se construye la ciencia suele plasmarla, de alguna manera, en su quehacer docente diario; aunque es cierto que hay algunos estudios que señalan que incluso teniendo el profesorado una idea bastante razonable de la naturaleza de la ciencia, luego en el aula no enseña sobre esta o acorde con ella (existen numerosas razones de esto y hace falta más investigación al respecto).. Pero de lo que sí estoy convencido, desde luego, es de que si no tienes una idea informada sobre la naturaleza de la ciencia, posiblemente no vas a proyectar una ciencia escolar que se parezca al modo en que trabajan los científicos y, por tanto, se construye la ciencia.

OC: Estoy de acuerdo. Veo que muchos profesores son inconscientes de su visión de naturaleza de la ciencia, es decir, hay muchos que imaginan una ciencia, pero imaginan que para enseñarla debe ser muy distinto, por decir algo que deben empezar por presentar los resultados y no por propiciar una construcción para llegar a un resultado...

AGC: Sí; es lo que le decía. De paso, voy haciendo publicidad del libro que acabamos de publicar con la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), y que va a estar en abierto, con los resultados y conclusiones de un proyecto de investigación sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia en secundaria y en la formación inicial de profesorado de ciencias, usando la historia de la ciencia. Allí exponemos todo nuestro posicionamiento y fundamentación teórica al respecto. Decimos que hay que prestar atención, desde la reflexión, tanto al proceso de construcción como al producto final de la ciencia. Además, en el proceso de construcción surgen aspectos tanto epistémicos como no epistémicos sobre los que resulta interesante reflexionar para comprender cómo funciona la ciencia. Es

verdad que un científico puede ser excelente, hacer una investigación genial y no tener una visión de conjunto y adecuada de cómo es la naturaleza la ciencia, porque posiblemente no se haya puesto nunca a reflexionar sobre ello. Pero, entonces, ¿por qué tenemos que llegar más allá desde la educación científica? Pues... porque una visión informada de qué es y cómo se construye la ciencia nos va a hacer mejores ciudadanos ante problemáticas científicas y sociocientíficas que nos atañen. Ponemos un ejemplo muy claro en nuestro libro: los creacionistas argumentan que la teoría de la evolución no ha alcanzado el rango de ley y, por tanto, todavía no es creíble (risas); pero sabemos que las teorías no se convierten en leyes, porque son conocimientos ontológicamente distintos. Es solo un ejemplo de adónde queremos llegar. Hay estudios como los de Hodson y colegas, que han trabajado esto con científicos de élite y reconocen que ellos no han reflexionado sobre estas cuestiones. Lo que pasa es que nos metemos en el aula para educar en y desde la ciencia escolar, entonces sí tenemos la necesidad de abordar estas cuestiones.

OC: Y se omiten los errores, los tropiezos.

AGC: ¡Claro! Es la parte que humaniza la ciencia, y es esencial conocerlos para entender cómo es su naturaleza. Pero se está omitiendo en la mayoría de los planteamientos curriculares para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia; incluso, dentro del ámbito de la didáctica de las ciencias. El posicionamiento que se ha impuesto durante los últimos años es el que plantea Lederman y sus colegas, que ponen el foco en el producto de la ciencia y en algunos aspectos epistémicos de la indagación científica. Pero, cuando se está construyendo el conocimiento científico, ¿qué pasa entre los científicos?, ¿cómo son sus relaciones profesionales y personales, etc.? Hay muchos aspectos que tienen que ver con lo no epistémico. Conocer lo que sucede entre los científicos mientras hacen ciencia es importante porque, entre otras cosas, nos puede inspirar a la hora de plantear nuestras clases de ciencia. No les

podemos hacer creer a los alumnos que la ciencia es una cosa que cuesta esfuerzo; que los científicos discuten, que se equivocan, etc., pero luego no abordamos eso y les decimos: "¡Mañana tienes que estudiar esto y en el examen entra esto!; y si te equivocas en el resultado has fracasado". Entonces, no tiene sentido.

OC: ¡De acuerdo! Esta conversación es muy interesante y realmente es necesario ir al fondo en la comprensión de todos estos aspectos, y por supuesto, que todavía tenemos mucho que mejorar en la formación de maestros.

AGC: Por supuesto, muchísimo. Porque, entre otras cuestiones, tiene que imperar otro discurso que es el de "poco y bien" y no "mucho y mal"; porque estamos todavía en eso, y solo se quiere completar temarios, y no se comprende que cuando un alumno desarrolla una capacidad, está preparado para aprender nuevas cosas después. Pero el profesorado se suele quedar con la conciencia tranquila, si trata muchos contenidos, y ese es el problema. Reconozco que esto toma mucho tiempo para mejorarlo, pero desde el minuto uno, nos tenemos que poner a trabajar así en la formación inicial del profesorado; porque si no, esto no se arregla. A veces tengo mucho desaliento, porque veo que no hay avance; la transferencia de conocimiento didáctico a la práctica docente es complicada, lenta y muchas veces no se ve.

OC: Sí, pero seguiremos persistiendo (risas). Y trabajos como el suyo son inspiradores y ofrecen importante fundamentación para el cambio en la perspectiva de la enseñanza de las ciencias. Muchas gracias por su tiempo y su disposición.

AGC: Gracias a usted por esta invitación y solo espero haber cumplido con sus expectativas.

Alguna producción bibliográfica del Dr. Antonio García-Carmona, con el fin de que los lectores puedan conocer su trabajo en mayor profundidad.

ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M.M. **Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia: Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica.** Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Madrid: España. 2017.

GARCÍA-CARMONA, A. **Aprender Física y Química mediante secuencias de enseñanza investigadoras.** Aljibe. Archidona, Málaga: España. 2011.

GARCÍA-CARMONA, A. Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 10, n. extra, pp. 552-567. 2013.

GARCÍA-CARMONA, A. Pre-Service Primary Science Teachers' Abilities for Solving a Measurement Problem Through Inquiry. **International Journal of Science and Mathematics Education, Taipéi**, s. v., s. n., pp 1-21. 2017. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9858-7>

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. Learning about the Nature of Science Using Newspaper Articles with Scientific Content: A Study in Initial Primary Teacher Education. **Science & Education**, New Zealand, v. 25, n. 5-6, pp. 523-546. 2016.

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. (2017). Understanding the Nature of Science through a Critical and Reflective Analysis of the Controversy between Pasteur and Liebig on Fermentation. **Science & Education**, Nueva Zealand, v. 26, n. 1-2, pp. 65-91. 2017.

GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A. M. Introduction to Semiconductor Physics in Secondary Education: Evaluation of a Teaching Sequence. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 31, n. 16, pp. 2205-2245. 2009.

GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A.M.; CRUZ-GUZMÁN, M. (2016). Prospective Primary Teachers' Prior Experiences, Conceptions, and Pedagogical Valuations of Experimental Activities in Science Education. **International**

- Journal of Science and Mathematics Education*,
Taipéi, s. v, s. n°, pp. 1-17. 2016.
- GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A.M.;
CRUZ-GUZMÁN, M. (2017). Primary Pre-Ser-
vice Teachers' Skills in Planning a Guided
Scientific Inquiry. *Research in Science Educa-
tion*, Berlín, v. 47, n. 5, pp. 989-1010. 2017.
- GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO,
A.; MANASSERO-MAS, M.A. Estado actual y
perspectivas de la enseñanza de la naturaleza
de la ciencia: una revisión de las creencias
y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de
las Ciencias*, Barcelona, v. 29, n. 3, pp. 403-
412. 2011.