

Aprender, enseñar, aprender... **Un reto colectivo de formación y acción permanentes**

Amparo Vilches y Daniel Gil-Pérez

VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D. (2012). Aprender, ensinar, aprender... Um desafio *coletivo* de formação e ação permanentes. Em Pessoa de Carvalho, A. M., Cachapuz, A. F. e Gil-Pérez, D. (Orgs.) *O Ensino das Ciências como Compromisso Científico e Social*. São Paulo: Cortez Editora, páginas 215-239.

Nota: La versión en portugués aparece tras este texto en español.

Este es un capítulo escrito por dos personas que desde hace bastantes años venimos trabajando juntas en el campo de la educación científica. ¿Y por qué un texto escrito entre dos, siendo así que se nos solicitaba una reflexión personal “en primera persona”?

Intentaremos justificar, en un primer apartado, esta opción de *duetto*. Ello nos permitirá referirnos a lo que pensamos (y sentimos) ha constituido una de las más importantes adquisiciones a lo largo de nuestra vida profesional: la *fecundidad del trabajo colectivo*.

En el segundo apartado, “*La docencia como reto apasionante*”, nos referiremos a las experiencias vitales que nos llevaron a cada cual a dedicarnos a la enseñanza (abandonando la investigación “pura”) y reflexionaremos acerca de los aprendizajes que dicha opción conllevó.

Iniciamos así la narración de un proceso marcado por el cuestionamiento sistemático -y entendemos que fructífero- de las concepciones docentes (y sociales) “de sentido común”, ya sea acerca de la *capacidad de los estudiantes* y el papel de la *evaluación* (apartado tercero), la *naturaleza de la ciencia y la tecnología* (apartado cuarto), *los objetivos de la educación científica* (apartado quinto) y, en particular, *su contribución a la construcción de un futuro sostenible* (apartado sexto).

Este último apartado, que titulamos “*Una prioridad para el siglo XXI: Educación para la sostenibilidad*”, constituirá nuestro epílogo, pues en el abordamos *cómo concebimos el futuro*: el nuestro, el de la educación científica y el de la especie humana. Un futuro por el que seguimos trabajando.

Y ahora, antes de comenzar, una aclaración: Hemos escrito este capítulo en forma de diálogo; pero las sucesivas intervenciones no aparecen asignadas específicamente a una o al otro de los participantes, porque no hemos pretendido transcribir literalmente unas conversaciones (¡ni escribir una obra de teatro!), sino presentar las ideas, análisis, propuestas o dudas que hemos compartido a lo largo de esta reflexión en común.

La fecundidad del trabajo colectivo

-Comencemos, pues, aclarando por qué hemos decidido escribir este capítulo como un diálogo.

-O, mejor aún, por qué desde hace bastantes años escribimos conjuntamente *todos* los artículos, incluso cuando se solicitan a uno de nosotros en particular.

-Y por qué codirigimos las investigaciones, incluidas las tesis doctorales, algo también poco frecuente.

-La respuesta deriva de nuestra concepción del trabajo científico y de la propia experiencia: el producto logrado cuando participamos al menos dos autores resulta más completo, contiene menos errores, menos olvidos de aspectos relevantes y, lo que nos parece más importante, ofrece enfoques más ricos.

-Haces bien en precisar *al menos dos autores*, porque nuestros trabajos tienen a menudo bastantes más coautores. Por ejemplo, tenemos uno, “Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada” (Maiztegui et al., 2002), en el que participamos 22 colegas (!) de 7 países (Argentina, Brasil, Cuba, España, Francia, México y Portugal).

-Sí, lo recuerdo como una tarea apasionante, iniciada con el profesor cubano Dr. Pablo Valdés, acerca del olvido sistemático de la tecnología en la educación y en el que logramos implicar a 19 colegas más, incluidos algunos coautores de este libro.

-Ello nos supuso un tremendo trabajo y alargó el proceso de redacción, pero hizo posible un notable enriquecimiento de la versión inicial.

-Esfuerzos como ese no pueden repetirse con frecuencia, pero no sabríamos renunciar a la dimensión colectiva de nuestras investigaciones y publicaciones.

-Algo que, dicho sea de paso, es absurdamente penalizado por quienes valoran los currículos: hemos visto evaluar un artículo con la mitad de puntuación que otro porque había sido escrito por dos personas, como si al aumentar el número de autores se redujera el esfuerzo de cada uno.

-Cuando sabemos que a menudo sucede lo contrario: el trabajo aumenta, debido a los debates, a la búsqueda de consensos, a la “fecundación cruzada” que se establece... Resulta curioso, sí, que se prime el trabajo individual en la publicación de artículos científicos, pese a reconocerse la importancia de la dimensión colectiva de la actividad científica.

-Más que curioso, incoherente. Y esa incoherencia es todavía mayor y más grave en la orientación de la educación científica: la cooperación, en general, es casi perseguida: en clase los alumnos no deben hablar entre sí, por esto se les suele sentar separados, se evalúan exclusivamente los productos individuales...

-Eso por lo que respecta a los estudiantes, pero para los docentes la cooperación es aún más difícil: en un centro de enseñanza secundaria, por ejemplo, los horarios no permiten las visitas mutuas, ni se contempla la preparación colectiva de las clases, la reflexión sobre las dificultades y cómo superarlas, etc.

-Y sin embargo, quizás una de las cosas más importantes que hemos aprendido a lo largo de nuestra vida profesional como docentes y como investigadores en el campo de la educación científica, ha sido que el trabajo colectivo es esencial para favorecer la innovación, para avanzar en la resolución de los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias.

-Y que es también esencial favorecer el trabajo colectivo de los estudiantes, concebirlos como “investigadores noveles” que trabajan junto a un “investigador experimentado” (el profesor o profesora).

-Más aún, la investigación ha mostrado que el trabajo en grupos no solo favorece notablemente el aprendizaje significativo y la inmersión en la cultura científica, sino que contribuye a un buen clima del aula y del centro al integrar al alumnado y al docente en una tarea común.

-Podemos decir que prácticamente todo lo que hemos aprendido para la mejora de la enseñanza de las ciencias ha sido fruto del trabajo colectivo y ha contribuido a mostrar la importancia del trabajo cooperativo en el aprendizaje y en la enseñanza.

-Si tuviéramos que hacer una recomendación a nuestros colegas más jóvenes les sugeriríamos que formaran equipos de docentes para abordar conjuntamente los problemas

que plantea la educación científica. Pero equipos que no se cierran en sí mismos, sino que interaccionen con otros.

-Y que de este modo se apropien del cuerpo de conocimientos construido por el conjunto de la comunidad científica en su campo. Sin este trabajo colectivo, en su más amplio sentido, no hay avance posible en la educación.

-Plantear este capítulo como un *duetto* ha sido para nosotros una cuestión de coherencia y la forma “connatural” (una naturalidad adquirida) de sacar a la luz y discutir aspectos clave que han dirigido y reorientado nuestros desarrollos profesionales, nuestras vivencias, los retos a los que nos hemos enfrentado, lo que hemos aprendido colectivamente, como docentes y como investigadores, junto a muchos otros colegas.

-De este modo hemos querido destacar, en definitiva, una de las cosas más importantes que hemos aprendido: *la fecundidad del trabajo colectivo*, al que debemos haber podido vivir la docencia como un reto apasionante.

-Y eso nos remite a los orígenes, a las razones por las que ambos optamos por dedicarnos a la enseñanza.

La docencia como reto apasionante

-Un hecho significativo en nuestra trayectoria, y que sin duda nos marcó, es que ambos habíamos comenzado una carrera de investigadores universitarios y en un momento dado decidimos dedicarnos a la docencia no universitaria como profesores de Física y Química en institutos de Enseñanza Media.

-No deja de ser curiosa la convergencia de nuestras trayectorias, pese a las muchas diferencias de origen. Por ejemplo, nuestros historiales escolares fueron muy diferentes: una fue siempre una buena estudiante, sin llegar a conocer lo que es un suspenso; el otro permaneció durante años en el llamado “pelotón de los torpes”, del que tan solo logró salir al final del bachillerato (gracias, merece ser destacado, a la acción de un profesor que se empeñó en ayudar a los malos alumnos, seguro de que podrían superar las dificultades, como así fue).

-Sin embargo, pese a estas y otras muchas diferencias en las que no podemos extendernos, ambos coincidimos en dejar la universidad para pasar a trabajar en la enseñanza secundaria. Algo bastante extraño, porque el ideal de quienes pasábamos por la universidad era dedicarnos a la investigación y huir de la enseñanza, a la que en general veíamos como una tarea monótona, repetitiva, sin interés.

-Hubo algo, en efecto, que nos impulsó -a nosotros y a muchos otros universitarios- a ver la docencia como una tarea esencial para contribuir a cambiar la situación que estábamos viviendo en España: llegamos a la enseñanza impulsados por nuestros compromisos políticos de lucha contra la dictadura y por la democracia, convencidos de la importancia de facilitar el acceso de las clases populares a la educación superior.

-Llegamos, pues, como muchos otros colegas, con el propósito de construir una “Alternativa democrática” para la enseñanza y para la sociedad.

-Y cabe destacar que nuestra voluntad y entusiasmo eran tan fuertes que nos permitieron superar los primeros fracasos.

-Porque hay que reconocer que inicialmente fracasamos: nuestras “brillantes” exposiciones (copia de las “lecciones magistrales” a las que la universidad nos había acostumbrado) no generaban los aprendizajes buscados.

-Fue entonces cuando empezamos a comprender la necesidad de cambiar la forma de enseñar, la necesidad de buscar, estudiar y ensayar otras estrategias que fueran válidas para todas y todos nuestros alumnos, que lograran el éxito de la inmensa mayoría.

-No estábamos dispuestos a aceptar el rol de la escuela como “reproductora de las clases sociales”, según denunciaban algunos sociólogos.

-Claro que no; y esto exigía innovar, pero innovar con fundamento, estudiando lo que otros habían hecho, trabajando con otros, poniendo en práctica y evaluando las nuevas propuestas, *investigando*.

-Reencontramos así la investigación que habíamos abandonado por la enseñanza, regresando a la universidad.

-Pero ahora el campo de investigación era distinto, más apasionante para nosotros y más novedoso, porque la investigación en el campo de la educación científica estaba apenas iniciándose: El *European Journal of Science Education* (más tarde *International Journal of Science Education*), por citar un ejemplo relevante, apareció en 1979.

-Decir que la Didáctica de las Ciencias era un campo novedoso de investigación es reconocer la falta de tradición investigativa, la inexistencia de un cuerpo de conocimientos, la inexistencia, en suma, de una comunidad científica en cuyo seno formarse.

-Pero es también hablar de un reto apasionante: casi todo estaba por hacer y las posibilidades de contribuir a los necesarios avances eran inmensas.

-Eran y siguen siéndolo. Porque aunque ha habido avances, hay problemas que perduran y surgen otros nuevos. Más aún, hoy sabemos que una enseñanza de calidad exige la vinculación de los docentes a las tareas de innovación e investigación debido a la escasa efectividad de *transmitir* al profesorado las propuestas de los expertos para su aplicación.

-En efecto, es necesario que los profesores *participemos en la (re)construcción* de los nuevos conocimientos didácticos, abordando los problemas que la enseñanza nos plantea. Sin esa participación, no solo resulta difícil que los profesores y profesoras hagan suyos y lleven eficazmente adelante los cambios curriculares y toda la innovación fundamentada en rigurosas investigaciones, sino que *cabe esperar una actitud de rechazo*.

-Pero no solo es una exigencia para una enseñanza de calidad: abre también la posibilidad de una enseñanza *satisfactoria*, capaz de apasionar con sus logros y sus retos. Así se plantea en el conocido Informe Delors, “*La educación encierra un tesoro*”, de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI (Delors, 1996).

-Esto es lo que hemos encontrado en la enseñanza a través del trabajo colectivo de innovación e investigación: la satisfacción de una tarea creativa y socialmente relevante ¡Todo un privilegio!

-Sí, un privilegio que tropieza en muchos países con horarios lectivos desmesurados y otros obstáculos. Se precisa, por tanto, una profunda reconsideración del papel de la educación en nuestras sociedades. No basta con atribuir a la educación –y, en particular, a la educación científica– un papel esencial en el desarrollo de los pueblos. Hay que hacerlo posible, favoreciendo, entre otros, la implicación de los docentes, *de todos los niveles*, en tareas de innovación e investigación.

-Ese ha sido otro de nuestros aprendizajes más significativos. El dilema “enseñar o investigar” dejó de tener sentido para nosotros: lograr el éxito de nuestros estudiantes reclamaba investigación permanente. Rompíamos así con uno de los tópicos, una de las concepciones sociales “de sentido común” más firmes, en torno a la enseñanza.

-Y al implicarnos en la investigación pudimos seguir derribando nuevos tópicos. Podríamos decir que los progresos en la educación científica están asociados a la superación de esos tópicos, al cuestionamiento de lo “evidente”, de lo que parece incuestionable, que se erige en obstáculo para la renovación de la enseñanza.

-Prosigamos, pues, refiriéndonos a otros grandes obstáculos y a cómo aprendimos colectivamente a hacerles frente, de forma fundamentada, en el seno de lo que empezaron a denominarse Movimientos de Renovación Pedagógica, Seminarios de Investigación e Innovación Didáctica, etc.

El peso de las “evidencias”: las diferencias de inteligencia y el papel de la evaluación

-Es curioso constatar hasta qué punto lo que estamos destacando de nuestra formación está vinculado al cuestionamiento de lo que suele considerarse “evidente” y se acepta como expresión del “sentido común” en educación.

-De lo que “siempre se ha hecho”, sí. Hasta aquí hemos cuestionado, en primer lugar, la idea (y la práctica) de la docencia como actividad individual, comprendiendo y aprovechando las ventajas de un trabajo docente colectivo.

-Y las ventajas de un enfoque científico de los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Lo cual supone cuestionar la separación tradicional entre enseñanza e investigación.

-Una separación que lamentablemente encontramos en la misma universidad, donde los investigadores enfocan su enseñanza como algo simple, sin las exigencias de la actividad científica; como algo que cualquiera puede hacer si simplemente conoce su materia.

-Es importante señalar eso, porque si empezamos a preocuparnos y ocuparnos de cómo enseñar fue gracias al trabajo realizado en Secundaria. En las facultades de ciencias, de donde procedíamos, en general no se prestaba atención a la enseñanza, contemplada como una “carga docente” (que, dicho sea entre paréntesis, robaba tiempo a la investigación).

-Tan solo recientemente se ha empezado a aceptar que los problemas que plantea el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en los distintos niveles (también en el universitario), pueden (¡y deben!) ser objeto de investigación y dar lugar a un cuerpo de conocimientos que contribuya de manera fundamentada a la superación de los problemas.

-Y cabe decir que ha sido duro para muchos de nosotros sufrir las resistencias al reconocimiento de la validez y relevancia de esta investigación centrada en los problemas de la educación científica.

-Ha sido duro... pero ahora está siendo gratificante ver cómo se abre paso la aceptación y valoración, también en la universidad, de esta nueva área de conocimiento. Y cómo este avance de la didáctica de las ciencias se refleja en su incidencia en las reformas educativas, en la formación del profesorado, etc.

-Produce una gran satisfacción pensar que quienes participamos en este libro hemos podido poner nuestro grano de arena, aunque por supuesto queda mucho por hacer para romper con los tratamientos superficiales, con las “evidencias”... como la de que enseñar es algo trivial que consiste simplemente en transmitir conocimientos que se dominan.

-Vivir este cuestionamiento de evidencias “de sentido común” ha sido y sigue siendo algo apasionante y muy fructífero, sobre todo porque ello hace posible concebir nuevos enfoques y verificar su mayor o menor efectividad, rompiendo así con la dictadura de “lo que siempre se ha hecho”.

-Pues una de las evidencias más claras para la mayoría del profesorado y los propios estudiantes (en realidad, para el conjunto de la sociedad) es que existen notables diferencias de capacidad entre los estudiantes, lo que explica en buena medida los éxitos y fracasos escolares.

-Una de las evidencias más claras, en efecto, y con la que resulta difícil romper: todos los enseñantes nos encontramos en las clases con grandes diferencias de comprensión y asimilación entre los estudiantes. El carácter en buena medida innato, genético, de la inteligencia de cada persona parece obvio: “¿Cómo se explica, si no –se suele argüir– que hermanos criados en el mismo medio presenten con frecuencia tales diferencias de inteligencia?”

-Se trata de una evidencia que cuenta, aparentemente, con sólidos apoyos. ¿Acaso no existen “test de inteligencia” que miden esas diferencias?

-Y que resulta muy tranquilizadora para muchos docentes: “nosotros explicamos lo mismo para todas y todos y si algunos aprenden y otros no, obviamente la causa está en ellos, no es culpa nuestra”.

-Pero, sospechosamente, “los otros” son, estadísticamente, quienes proceden de medios sociales desfavorecidos, de familias que no pueden ayudarles a superar sus carencias y dificultades.

-Algunos nos negamos por ello a aceptar, sin más, la tesis tan común de que muchos estudiantes “no están dotados” y que nuestro papel sea seleccionar a los que valen.

-Y comenzamos a estudiar acerca de la naturaleza de la inteligencia. En nuestro seminario tuvo particular impacto un libro titulado *La inteligencia: Mitos y realidades* (Salvat, 1972).

-El libro daba un gran número de resultados contrastados que venían a cuestionar la teoría de los “dones innatos” como explicación del diferente éxito escolar. Mostraba, por ejemplo, una indudable correlación entre resultados escolares y el origen social de los alumnos: los alumnos y alumnas procedentes de la clase obrera y campesina iban, estadísticamente, a engrosar las filas de quienes fracasan, de los supuestamente no dotados.

-A mí me impresionó particularmente una experiencia realizada en Estados Unidos con niños indios: Los test de inteligencia habían establecido que los indios presentaban un cociente de inteligencia medio notablemente inferior al promedio de los blancos, pero se pudo mostrar que niños indios educados en familias blancas tenían índices similares a los de sus hermanastros blancos.

-Daba datos también muy interesantes acerca de lo que ocurre con los gemelos: como es sabido, suelen parecerse físicamente y también desde el punto de vista intelectual, lo que se aduce como prueba del origen genético de la inteligencia. Pero resulta que gemelos univitelinos, con un equipo genético idéntico, separados al nacer y que crecen en medios culturales diferentes, pueden presentar de adultos cocientes intelectuales muy distintos.

-Salvat recopilaba en ese libro toda una batería de resultados que hacían tambalear la “evidencia” del carácter innato, genético, de la inteligencia y venían a probar, en definitiva, su origen socio-cultural, como fruto de la actividad de los seres humanos en el seno de una comunidad. Rompía así con un biologismo estrecho que ignoraba el salto cualitativo que supuso el proceso de hominización y la transmisión cultural.

-Se trataba de una auténtica revolución copernicana que nos llevó a abrazar la *concepción dinámica de la personalidad* como una de las tesis fundamentales de la labor educativa; a dejar de creer en “listos” y “torpes” y a adquirir el convencimiento de que era posible

lograr que el conjunto de los estudiantes –si contaban con la ayuda necesaria- alcanzaran buenos resultados escolares.

-Y la verdad es que ese convencimiento –y el consiguiente compromiso- se ha visto reforzado por toda nuestra práctica, en la que hemos aplicado sistemáticamente, con todas nuestras alumnas y alumnos, el *efecto Pigmalión*, ¿recuerdas?

-Por supuesto que recuerdo la célebre experiencia de *Pigmalión a la Escuela* (Rosenthal y Jacobson, 1968): En una serie de escuelas se hizo creer a los profesores que un test de inteligencia había detectado que determinados alumnos (elegidos en realidad al azar) tenían un cociente intelectual extraordinario, eran una especie de “diamantes en bruto”. Dos años después se pudo constatar que los alumnos señalados, no solo habían obtenido calificaciones estadísticamente más altas que el resto de sus condiscípulos, sino que habían experimentado un desarrollo intelectual también superior.

-Ello venía a probar que tanto los profesores, como los padres de los alumnos “brillantes” y ellos mismos, habían sido motivados por la creencia en esa supuesta alta capacidad, lo que se había traducido en esfuerzos y ayudas que dieron un resultado muy positivo.

-Para nosotros el corolario estaba claro: había que reconocer y *transmitir* la seguridad en la capacidad de todos los alumnos y alumnas –salvo muy raros casos de lesiones físicas o psíquicas- para realizar con éxito sus tareas escolares, siempre que contaran con la ayuda y motivación necesarias.

-Nuestra obligación ¡y gran reto! era, precisamente, proporcionarles dicha ayuda y convertir su éxito en nuestro objetivo, entendiendo por éxito despertar su interés y estimular su dedicación para lograr las competencias buscadas.

-Y entendiendo nuestra ayuda como un permanente apoyo de su actividad, basado en un esfuerzo también permanente de investigación e innovación de los problemas que plantea el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias y la educación en general.

-Nuestra tarea como educadores se veía así reforzada con el cuestionamiento de la “evidencia” del origen genético de la inteligencia.

-Y el consiguiente cuestionamiento de las prácticas evaluativas. Algo en lo que conviene detenerse, porque supuso otro de los grandes cambios en nuestros planteamientos educativos.

-Dejamos de creer que la evaluación consistiera en la medida objetiva y precisa de unos logros. No queríamos “medir objetivamente” y discriminar entre “buenos” y “mediocres” estudiantes, queríamos lograr que todas y todos fueran buenos estudiantes.

-Y lo hicimos de manera fundamentada. De hecho nuestras propias investigaciones y las de otros colegas nos mostraron que la objetividad en la evaluación no existe, que un mismo ejercicio recibe valoraciones distintas por distintos profesores... o por los mismos profesores en momentos distintos.

-Y lo que es más grave, que ese mismo ejercicio recibe calificaciones notablemente superiores cuando es atribuido a un estudiante brillante que cuando lo es a uno considerado mediocre.

- O sea, que la evaluación resulta ser, más que una medida objetiva y precisa, la expresión de unas expectativas en gran medida subjetivas pero con una gran influencia sobre los estudiantes y los propios docentes, como mostraba el “efecto Pigmalión”.

-Ello nos permitió comprender que carece de sentido una evaluación consistente en el enjuiciamiento "objetivo" y terminal de la labor realizada por cada alumno y alumna.

Comprendimos que, por el contrario, hemos de considerarnos corresponsables de los resultados que estos obtienen: no podemos situarnos frente a ellos, sino con ellos; nuestra pregunta no ha de ser "quién merece una valoración positiva y quién no", sino "qué ayudas precisa cada cual para seguir avanzando y alcanzar los logros deseados".

-Y para ello son necesarios un seguimiento atento y una retroalimentación constante que reoriente e impulse su tarea. Necesitamos tratar a nuestros estudiantes como se trata a los investigadores noveles en un equipo de investigación.

-Hoy sabemos que esta *evaluación formativa*, concebida como instrumento de mejora del aprendizaje, resulta esencial para el progreso de los estudiantes, sobre todo de aquellos con dificultades.

-No podemos dedicar más espacio –aunque bien se lo merece- a lo que supuso este replanteamiento de la evaluación del aprendizaje en nuestra acción educativa. Pero sí vamos a asomarnos brevemente a la necesaria evaluación del currículo y de la enseñanza, es decir de lo que se enseña en las materias científicas y de cómo se enseña.

-Algo absolutamente necesario porque también ahí “lo que siempre se ha hecho” ha conducido a proporcionar visiones distorsionadas y empobrecidas de la ciencia que generan desinterés, cuando no rechazo.

El rechazo de los estudios científicos: responsabilidad de la enseñanza

-Acabamos de referirnos a la importancia que tuvo en nuestra acción educativa el cuestionamiento de una evaluación reducida al simple enjuiciamiento “objetivo” y terminal de los logros alcanzados por cada estudiante, para pasar a concebirla como un instrumento de mejora del aprendizaje.

-Pasar de la simple constatación terminal a la ayuda continuada. Una ayuda que también los docentes necesitamos, porque la evaluación también ha de contribuir a la mejora de la enseñanza y del currículo.

-Una mejora absolutamente necesaria si tenemos en cuenta los resultados de dicha enseñanza. En 2007 se hizo público un documentado estudio promovido por la Comisión Europea, fácilmente accesible en Internet como *Informe Rocard (2007)*, en el que se da cuenta de las numerosas investigaciones que han mostrado un alarmante descenso del interés de los jóvenes por los estudios científicos y se reclama una nueva enseñanza de las ciencias.

-Cabe señalar que esta creciente preocupación por la renovación de la educación científica, no supone que todo continúe igual o peor que hace dos décadas. En realidad las propuestas actuales se apoyan en un avance fundamental: asumen los resultados de la investigación educativa en lo que respecta a la necesidad de sustituir las estrategias de transmisión-recepción por otras que orienten el aprendizaje como una tarea de indagación o investigación orientada, para favorecer la participación de los estudiantes en la (re)construcción de los conocimientos.

-Un avance al que la mayoría de los coautores de este libro hemos tratado de contribuir, junto con muchos otros educadores de todo el mundo que, como nosotros, han sentido la necesidad de investigar y aportar soluciones a los problemas que plantea la educación científica.

-Podríamos decir que buena parte de esta investigación constituye una “evaluación formativa” de la enseñanza, puesto que analiza sus disfunciones y avanza propuestas fundamentadas para su mejora.

-Así es, aunque para cada profesor o profesora será necesaria también una evaluación de su enseñanza concreta a cargo de sus estudiantes y de sus colegas. Para nosotros, las sesiones de evaluación de la marcha de la clase, a cargo de los alumnos, y las visitas mutuas entre colegas, han sido de gran ayuda para sacar a la luz problemas y sugerir alternativas.

-Precisamente, como fruto, entre otras cosas, de estas visitas –que nos permitían analizar críticamente lo que hacíamos en el aula- surgió nuestro interés por la imagen de la ciencia que la enseñanza de las ciencias suele transmitir por acción u omisión.

-Una imagen, en general, profundamente distorsionada y empobrecida, que justifica plenamente el desinterés de los estudiantes por los estudios científicos.

-Profundizar en las características de esa imagen distorsionada y en cómo superarla se convirtió en una de nuestras principales líneas de investigación e innovación.

-No podemos extendernos aquí en este grave problema, pero podemos intentar una breve síntesis, remitiendo al libro editado por UNESCO “*¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*” (Gil et al., 2005) de libre acceso en Internet, y más concretamente a su capítulo 2, que analiza las visiones de la ciencia y la tecnología que la enseñanza suele transmitir (también existe una versión en portugués, en el capítulo 2 del libro “*A necessária renovação do ensino das ciências*”, Cachapuz, et al., 2005).

- Los dibujos elaborados por profesores en formación como representación de la actividad científica ejemplifican perfectamente dichas visiones, pues se limitan a mostrar un único científico (hombre, por supuesto) manipulando algún instrumento de laboratorio.

- La actividad científica aparece así aislada del mundo, como realizada en torre de marfil, absolutamente descontextualizada. Y así ocurre a menudo en la enseñanza de las ciencias, que ignora o trata muy superficialmente las relaciones CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) que impregnan el trabajo científico y que podrían contribuir al interés de los estudiantes.

-Los dibujos dejan traslucir también una visión individualista y elitista, poco susceptible de atraer a las personas hacia una actividad que parece propia de genios solitarios.

-De hecho la enseñanza contribuye a esa visión elitista al esconder la significación de los conocimientos tras presentaciones exclusivamente operativistas. No se realiza un esfuerzo por hacer la ciencia accesible, con tratamientos cualitativos, significativos...

-Se olvida así que, como afirmaba Einstein, “*Ningún científico piensa con fórmulas. Antes de que el físico comience a calcular, debe tener en su cerebro el curso de los razonamientos que, en la mayoría de los casos, pueden ser expuestos con palabras sencillas*”.

-Podríamos seguir enumerando deformaciones de lo que supone la actividad científica que encontramos reflejadas en los dibujos de los profesores en formación y muy a menudo, lamentablemente, en la enseñanza; pero no tenemos espacio para ello y nuestro objetivo aquí no es exponer los resultados de las líneas de investigación, sino dar cuenta de lo que nos ha ido marcando, orientando nuestro trabajo y centrando nuestro interés a lo largo de nuestra vida profesional.

-Y a ese respecto cabe señalar que darnos cuenta de que la enseñanza proporciona una imagen distorsionada y empobrecida de la ciencia nos planteó el reto de mostrar su auténtica naturaleza de actividad abierta y creativa, aventura del pensamiento y de la acción, socialmente contextualizada y vinculada al desarrollo del espíritu crítico.

-Un reto apasionante para nosotros, que nos llevó a profundizar en la historia y filosofía de la ciencia y la tecnología, en la epistemología, en los aspectos axiológicos... y a diseñar programas de actividades que reflejaran su naturaleza y evolución.

-Y un reto apasionante también para los estudiantes, que se ven enfrentados a la (re)construcción de los conocimientos a partir de problemas relevantes.

-Los objetivos que nos hemos propuesto con ello han sido, de un lado, promover el interés por la cultura científica en el conjunto de la población, contribuyendo a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, de otro, favorecer un mayor número de futuros científicos y científicas, proporcionándoles la formación que precisan.

-Conviene que nos detengamos en estas cuestiones centrales para la educación científica, que han originado encendidos debates en los que, por supuesto, hemos participado.

¿Alfabetización científica o preparación de futuros científicos? La superación de los falsos dilemas

-Abordamos aquí uno de los debates más importantes, en nuestra opinión, para el presente y futuro de la educación científica. Merece la pena que le dediquemos una cierta atención, puesto que está marcando hoy nuestro trabajo y el de muchos otros docentes.

-Nuestras contribuciones al mismo quedan reflejadas, por ejemplo, en el capítulo 1 del libro editado por UNESCO “*¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*” (Gil et al., 2005), al que ya hemos hecho referencia. Aquí intentaremos resumir las razones por las que nos parece un debate esencial.

-Podemos empezar recordando que la alfabetización científica para todos los ciudadanos y ciudadanas – no solo para los futuros científicos y científicas- se ha convertido, en opinión de numerosos expertos, en una exigencia urgente, en un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos.

-Hasta el punto de que se ha llegado a establecer una analogía entre la alfabetización básica iniciada en el siglo XIX y el actual movimiento de alfabetización científica y tecnológica.

- Pero la posibilidad y conveniencia de educar científicamente al conjunto de la población ha sido cuestionada por algunos autores en trabajos bien documentados y que han llegado a denunciar “*El mito de la alfabetización científica*”. Conviene, pues, prestar atención a los argumentos críticos de estos autores y analizar más cuidadosamente las razones que justifican las propuestas de “ciencia para todos”.

- En opinión de críticos de la alfabetización científica como Shamos o Fensham (2002), el movimiento ciencia para todos se basa en dos ideas preconcebidas: la primera, que Fensham denomina tesis pragmática, supondría que, dado que las sociedades se ven cada vez más influidas por las ideas y productos de la ciencia y, sobre todo, de la tecnología, los futuros ciudadanos y ciudadanas se desenvolverán mejor si adquieren una base de conocimientos científicos.

-Y la segunda, o tesis democrática, daría por supuesto que la alfabetización científica permite a la ciudadanía participar en las decisiones que las sociedades deben adoptar en torno a problemas de relación CTSA, cada vez más relevantes para nuestras vidas.

-Pero la tesis pragmática, según Fensham, no tiene en cuenta el hecho de que la mayoría de los productos tecnológicos está concebida para que los usuarios no tengan necesidad, para poder utilizarlos, de conocer los principios científicos en los que se basan.

-Hay que reconocer que esta es una crítica fundamentada: en cualquier sociedad, millones de ciudadanos y ciudadanas, incluidas eminentes personalidades, reconocen su falta de conocimientos científicos, sin que ello haya limitado para nada su vida práctica.

-Por lo que respecta a la tesis democrática, pensar que una ciudadanía científicamente alfabetizada puede participar fundamentadamente en la toma de decisiones frente a los problemas socio-científicos, constituye, según Fensham, una ilusión que ignora la complejidad de los conceptos científicos implicados, como sucede, por ejemplo, en el calentamiento global. Es absolutamente irrealista creer que este nivel de conocimientos pueda ser adquirido durante el periodo de formación general.

-En nuestra opinión, sin embargo, la participación en la toma fundamentada de decisiones precisa de los ciudadanos, más que un nivel de conocimientos muy elevado, la vinculación de un mínimo de conocimientos específicos, perfectamente accesible a la ciudadanía, con planteamientos globales y consideraciones éticas que no exigen especialización alguna.

-En nuestras aportaciones hemos intentado mostrar, además, que la posesión de profundos conocimientos específicos, como los que tienen los especialistas en un campo determinado, no garantiza la adopción de decisiones adecuadas, sino que se necesitan enfoques que contemplen los problemas en una perspectiva más amplia, analizando las posibles repercusiones a medio y largo plazo, tanto en el campo considerado como en otros.

-Y eso es algo a lo que pueden contribuir personas que no sean especialistas, con perspectivas e intereses más amplios, siempre que posean un mínimo de conocimientos científicos sobre la problemática estudiada, sin los cuales resulta difícil comprender las opciones en juego y participar en la adopción de decisiones fundamentadas.

-Podemos aducir relevantes ejemplos del papel jugado por movimientos ciudadanos ilustrados, en confluencia con la comunidad científica, en la resolución de graves problemas socioambientales, como la prohibición del DDT (un peligroso veneno de efecto acumulativo) y otros COP (Contaminantes Orgánicos Permanentes), o la eliminación de los freones que destruyen la capa de ozono.

-En estos y otros muchos problemas, el papel de la ciudadanía ha sido apoyar las advertencias fundamentadas de la comunidad científica y exigir la aplicación del *Principio de Precaución*. Para ello los ciudadanos y ciudadanas no necesitaban, debemos insistir, profundos conocimientos específicos, pero sí la capacidad de comprender los argumentos de los expertos; algo que una alfabetización científica básica sí puede proporcionar.

-Lo que nos interesa destacar aquí es que, por ejemplo, la batalla contra el DDT fue dada por científicos como Rachel Carson en *confluencia con grupos ciudadanos* que fueron sensibles a sus llamadas de atención y argumentos. De hecho Rachel Carson es hoy recordada como “madre del movimiento ecologista”, por la enorme influencia que tuvo su trabajo en los orígenes del denominado movimiento CTS y en el surgimiento de grupos activistas que reivindicaban la necesidad de la protección del medio ambiente.

-Sin la acción de estos grupos de ciudadanos y ciudadanas con capacidad para comprender los argumentos de Carson, la prohibición del DDT se hubiera producido mucho más tarde, con efectos aún más devastadores, dada la oposición de la industria química implicada, de muchos políticos e incluso de algunos científicos, que negaron valor a sus pruebas y le acusaron de “estar contra el progreso”.

-Ello constituye un argumento decisivo a favor de una alfabetización científica de la ciudadanía, cuya necesidad aparece cada vez con más claridad ante la situación de auténtica “emergencia planetaria” que amenaza, literalmente, nuestra supervivencia. Una

situación a cuyo estudio y tratamiento estamos dedicando hoy muchas personas nuestros esfuerzos como investigadores, como educadores y como ciudadanos.

-¡Y aún no somos bastantes! Abordaremos esta cuestión vital en el último apartado de estos diálogos. Antes insistiremos en que la alfabetización científica –que se impone como una dimensión esencial de la cultura ciudadana- no supone un perjuicio para la preparación de los futuros científicos y científicas que nuestras sociedades precisan.

-No supone una “rebaja” para hacer asequible y atractiva la ciencia a la generalidad de la ciudadanía con una mayor atención a los aspectos sociales, sino una reorientación de la enseñanza absolutamente necesaria también para los futuros científicos y científicas; necesaria para modificar la imagen distorsionada de la ciencia que esa enseñanza suele proporcionar y hacer frente al rechazo de los estudios científicos que ello genera.

-Pasemos ahora, pues, a hablar del papel de la educación científica –y, en realidad, de toda la educación- en el tratamiento de la situación de emergencia planetaria. Una dimensión que impregna hoy toda nuestra labor educativa.

Una prioridad para el siglo XXI: Educación para la sostenibilidad

-Quizás debemos aclarar por qué hablamos de “una prioridad para el siglo XXI”, por qué se considera a la sostenibilidad, cómo ha expresado Rodger Bybee (1991), como "*la idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad*" para hacer frente a una grave situación de *emergencia planetaria*.

-No es posible (ni necesario) detallar aquí el conjunto de problemas socioambientales estrechamente vinculados y que se potencian mutuamente -fruto en gran medida de un crecimiento económico depredador, al servicio de intereses a corto plazo sin atender a sus consecuencias- que obligan a hablar de emergencia planetaria y a implicarse en su solución (Vilches y Gil Pérez, 2009).

-Baste mencionar algunos: contaminación y degradación de los ecosistemas, agotamiento de recursos, crecimiento incontrolado de la población mundial, desequilibrios insostenibles, conflictos destructivos, pérdida de diversidad biológica y cultural...

-No debemos ocultar la sorpresa que para algunos de nosotros supuso el llamamiento de Naciones Unidas, en la Primera Cumbre de la Tierra (celebrada en Rio en 1992), pidiendo que los educadores *de todos los campos y niveles*, tanto de la educación formal como de la no reglada, contribuyéramos a formar ciudadanas y ciudadanos conscientes de la grave situación de emergencia *planetaria* y preparados para participar en la toma de decisiones.

-La sorpresa fue aún mayor cuando una breve indagación nos permitió saber que llamamientos como este se habían ya repetido desde la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (celebrada en Estocolmo veinte años antes), sin que muchos educadores, como nosotros mismos, nos hubiéramos siquiera enterado, pese al notable esfuerzo realizado por numerosos equipos especializados en Educación Ambiental.

-Y pese a la creciente toma de conciencia social de la extrema gravedad de los problemas a los que se enfrenta la humanidad. Parecía que esos problemas tenían poco que ver con la didáctica de las ciencias... no eran nuestros problemas.

-Como resultado, tampoco el llamamiento de la Cumbre de Rio, a pesar de su indudable mayor impacto mediático, logró la necesaria implicación del conjunto de los educadores en el tratamiento de la situación del mundo como problema prioritario de nuestra actividad docente e investigadora.

-De hecho las revistas educativas, fuera del ámbito de la educación ambiental, apenas se referían a esta problemática hasta muy recientemente y tampoco era abordada en los currículos escolares o en los de formación del profesorado.

-Por ello, 10 años después, en la Segunda Cumbre de la Tierra (que tuvo lugar en Johannesburgo en 2002), se comprendió la necesidad de una campaña intensa y de larga duración. Surgió así la propuesta de instituir una *Década de Educación para el Desarrollo Sostenible*, destinada a lograr la implicación de todos los educadores en la formación de una ciudadanía atenta a la situación del planeta y preparada para la necesaria toma de decisiones.

- Se había comprendido, en efecto, que la necesaria atención generalizada y continuada a la situación del mundo, como problema global, tropezaba con serias dificultades, fruto de actitudes y hábitos muy enraizados y de miopes intereses particulares a corto plazo. Por ello se precisaba multiplicar los esfuerzos hasta conseguir un efecto irreversible de mancha de aceite que se extendiera a toda la sociedad.

-Cabe decir, sin embargo, que una vez se comienza a estudiar la situación medioambiental (en su sentido más amplio que incluye también a la especie humana), se comprende plenamente su gravedad y la necesidad de implicarse en su tratamiento como dimensión esencial de la educación científica.

-Eso es lo que nos ocurrió a algunos tras la cumbre de Río. Y hemos de reconocer que la relevancia de esta problemática y los apasionantes desafíos que plantea nos “poseyó”, hasta el punto de que, durante los últimos 15 años, la *educación por un futuro sostenible* ha impregnado nuestras investigaciones, las tesis doctorales dirigidas, los materiales elaborados para la formación del profesorado y para el trabajo en el aula...

-Ha sido y sigue siendo un trabajo muy absorbente de estudio y producción, a la vez preocupante y gratificante.

-Preocupante por la dimensión de los problemas y las dificultades para hacerles frente.

-Y gratificante por haber comprendido que la participación urgente en la construcción de un futuro sostenible puede ser hoy la meta de interés colectivo que proporcione a los jóvenes (y, en realidad, a los ciudadanos y ciudadanas de todas las edades) la ocasión de movilizar los valores de una ciudadanía solidaria y que dé sentido a sus vidas.

- Eso lo hemos comprendido y lo hemos constatado. La verdad es que hoy no sabríamos renunciar a este trabajo apasionante, tanto por su interés intrínseco como por sus efectos positivos en las actitudes y comportamientos de los estudiantes.

-Esta sería, pues, nuestra última recomendación a los colegas que lean estas páginas: que incorporen a sus esfuerzos por una mejor educación científica la educación por un futuro sostenible. No solo se convertirán en sujetos activos de una [r]evolución necesaria para hacer posible la supervivencia de nuestra especie, sino que verán cómo sus alumnos y alumnas estudian con más interés y aprenden más y mejor, motivados por una problemática relevante y que demanda su protagonismo.

-Suen a despedida, pero aún deberíamos de aclarar un par de cosas... La primera es explicar qué hemos querido decir al hablar de una necesaria [r]evolución.

-Es una expresión acuñada por la ONG Greenpeace que nos parece particularmente acertada al unir los conceptos de revolución y evolución: revolución para señalar la necesidad de cambios profundos en nuestras formas de vida y organización social;

evolución para puntualizar que no se pueden esperar tales cambios como fruto de una acción concreta, más o menos acotada en el tiempo.

-La segunda es aclarar que con lo que estamos señalando no se está proponiendo abandonar todo tipo de investigación o innovación, todo tipo de objetivo educativo, para *reducir* los esfuerzos a formar ciudadanas y ciudadanos dedicados exclusivamente a combatir la degradación del planeta.

-Esa reducción, paradójicamente, no ayudaría a construir un futuro sostenible. Lo que se propone es *incorporar* la dimensión de la sostenibilidad a nuestras investigaciones y acciones educativas. Algo perfectamente posible, porque resulta casi imposible encontrar un dominio científico que no pueda conectarse con la situación de emergencia planetaria y con las medidas para hacerle frente.

-Se trata, pues, de *enriquecer* el contenido de lo que supone la inmersión en la cultura científica y, en definitiva, de contribuir a una formación ciudadana que habilite para participar en la solución de los problemas a los que la humanidad ha de hacer frente hoy. Algo en lo que la ciencia y la enseñanza de la ciencia tienen mucho que aportar.

-En eso andamos...

-¡Y a eso les invitamos!

Referencias Bibliográficas

- BYBEE, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- CACHAPUZ, A., GIL-PÉREZ, D., PESSOA, A. M., PRAIA, J. e VILCHES, A. (2005). *A necessária renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- DELORS, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana. Ediciones UNESCO.
- FENSHAM, P. J. (2002). Time to Change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- GIL-PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P. e VILCHES, A. (Eds.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.
- MAIZTEGUI, A., ACEVEDO, J. A., CAAMAÑO, A., CACHAPUZ, A., CAÑAL, P., CARVALHO, A. M. P., DEL CARMEN, L., DUMAS CARRÉ, A., GARRITZ, A., GIL-PÉREZ, D., GONZÁLEZ, E., GRAS-MARTÍ, A., GUIASOLA, J., LÓPEZ-CEREZO J. A., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., MORENO, A., PRAIA, J., RUEDA, C., TRICÁRICO, H., VALDÉS, P. e VILCHES, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada, *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129-155.
- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALWERG-HENRIKSSON, H. e HEMMO, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Community Research. (Accesible en http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)
- ROSENTHAL, R. e JACOBSON, L. (1968). *Pygmalion in the classroom*. New Jersey: Rinehart and Winston.
- SALVAT, H. (1972). *La inteligencia: Mitos y realidades*. Barcelona: Península.
- VILCHES, A. e GIL PÉREZ, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, pp. 101-122. (Número completo accesible en: <http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009.htm>).

Agradecimientos:

Es tanto lo que nuestro trabajo debe a mucha gente (maestros, colegas, alumnado, amigas y amigos...) que no tendría sentido intentar una enumeración de nombres concretos. Pero no podemos dejar de agradecer a nuestro colega y amigo el Dr. João Praia la versión portuguesa de este capítulo. De hecho no ha realizado una mera traducción, sino una cuidadosa reelaboración que ha mejorado el texto inicial.

Aprender, ensinar, aprender... **Um desafio coletivo de formação e ação permanentes**

Amparo Vilches e Daniel Gil-Pérez

VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D. (2012). Aprender, ensinar, aprender... Um desafio *coletivo* de formação e ação permanentes. Em Pessoa de Carvalho, A. M., Cachapuz, A. F. e Gil-Pérez, D. (Orgs.) *O Ensino das Ciências como Compromisso Científico e Social*. São Paulo: Cortez Editora, páginas 215-239.

Este é um capítulo escrito por duas pessoas que desde há bastantes anos vêm trabalhando juntas no campo da educação científica. E por que um texto escrito a dois, tendo-nos sido solicitada uma reflexão pessoal, “na primeira pessoa”?

Tentaremos justificar, numa primeira secção, esta opção a dois, que nos permitirá dar conta do que pensamos (e sentimos) no que tem constituído uma das mais importantes aquisições ao longo da nossa vida profissional: a *fecundidade do trabalho coletivo*.

Numa segunda secção, “*A docência como desafio apaixonante*”, referir-nos-emos às experiências vitais que levaram cada um de nós a dedicar-se ao ensino (abandonando a investigação “pura”) e a refletir acerca das aprendizagens que a referida opção implicou.

Iniciamos assim a narração de um processo marcado pelo questionamento sistemático – e entendemos que frutífero – das concepções docentes (e sociais) “de senso comum”, quer seja acerca da *capacidade dos estudantes* e do papel da *avaliação* (secção três), da *natureza da ciência e da tecnologia* (secção quatro), *dos objetivos da educação científica* (secção cinco) e, em particular, *da sua contribuição para a construção de um futuro sustentável* (secção seis).

Esta última secção, que intitulamos *Uma prioridade para o século XXI: Educação para a Sustentabilidade* constituirá o nosso epílogo, pois nele abordamos *como concebemos o futuro*: o nosso, o da educação científica e o da espécie humana. Um futuro para o qual prosseguimos trabalhando.

E agora, antes de começar, um esclarecimento: escrevemos este capítulo em forma de diálogo, mas as sucessivas intervenções não aparecem especificamente atribuídas a um ou outro dos participantes, porque não pretendemos transcrever literalmente os diálogos (nem escrever um peça de teatro!), mas tão só apresentar as idéias, as análises, propostas ou as dúvidas que temos partilhado ao longo desta reflexão comum.

A fecundidade do trabalho coletivo

- Começemos, pois. Tratemos de clarificar por que decidimos escrever este capítulo sob a forma de diálogo.

- Ou, melhor, por que desde há bastantes anos escrevemos em conjunto *todos* os artigos, incluindo mesmo os que nos são solicitados a título pessoal.

- E por que co-dirigimos as investigações, incluindo as teses de doutoramento, algo também pouco freqüente.

- A resposta resulta da nossa concepção do trabalho científico e da nossa própria experiência: o produto alcançado quando participam pelo menos dois autores resulta mais completo, contêm menos erros, os aspectos relevantes são menos esquecidos e, o que nos parece mais importante, oferece abordagens mais ricas.

- Fazes bem em precisar a idéia *de pelo menos dois autores* porque os nossos trabalhos têm freqüentemente mais autores. Por exemplo, temos um artigo, “O papel da tecnologia na educação científica: uma dimensão esquecida” (Maiztegui et al., 2002) em

que participamos 22 colegas (!) de 7 países (Argentina, Brasil, Cuba, Espanha, França, México e Portugal).

- Sim, recordo-o como uma tarefa apaixonante, iniciada com o professor cubano Dr. Pablo Valdés, acerca do sistemático esquecimento da tecnologia na educação e nela conseguimos implicar mais 19 colegas, incluindo alguns co-autores deste livro.

- Exigiu um enorme trabalho e alargou o processo de redação, mas tornou possível um notável enriquecimento da versão inicial.

- Esforços como este não podem repetir-se com frequência, contudo não saberemos renunciar á dimensão coletiva das nossas investigações e publicações.

- E, diga-se de passagem, esse trabalho coletivo é absurdamente penalizado por quem valoriza os currículos: temos visto avaliar um artigo com metade da pontuação de outro porque foi escrito por duas pessoas, como se ao aumentar o número de autores se reduza o esforço de cada um.

- E nós sabemos que, freqüentemente, sucede o contrário: o trabalho aumenta, devido aos debates, à procura de consensos, à “fecundação cruzada” que se estabelece... É curioso que se valorize o trabalho individual na publicação de artigos científicos, apesar de se reconhecer a importância da dimensão coletiva da atividade científica.

- Mais que curioso, é incoerente. E essa incoerência é todavia maior e mais grave na orientação da educação científica: a cooperação, em geral, é quase perseguida: na aula os alunos não devem falar entre si, por isso sentam-se separados, e avaliam-se exclusivamente os produtos individuais...

- Isso no que respeita aos estudantes, pois para os docentes a cooperação é ainda mais difícil: num centro do ensino secundário, por exemplo, os horários não permitem as visitas mútuas, nem se contempla a preparação coletiva das aulas, a reflexão sobre as dificuldades e como superá-las, etc.

- E, no entanto, talvez uma das coisas mais importantes que temos aprendido ao longo da nossa vida profissional como docentes e como investigadores no campo da educação científica, tenha sido que o trabalho coletivo é essencial para favorecer a inovação, para avançar na resolução dos problemas que se colocam ao ensino/aprendizagem das ciências.

-E que é também essencial favorecer o trabalho coletivo dos estudantes, concebê-los como “investigadores principiantes” que trabalham junto a um “investigador experimentado” (o professor ou a professora).

- Mais ainda, a investigação tem mostrado que o trabalho em grupos não só favorece notavelmente a aprendizagem significativa e a imersão na cultura científica, mas também contribui para um bom clima de aula e do centro escolar ao integrar os alunos e o docente numa tarefa comum.

- Podemos dizer que praticamente tudo do que temos aprendido para a melhoria do ensino das ciências tem sido fruto do trabalho coletivo e tem contribuído para mostrar a importância do trabalho cooperativo na aprendizagem e no ensino.

- Se tivéssemos de fazer uma recomendação aos nossos colegas mais jovens sugeríamos-lhes que formassem equipas de docentes para abordar conjuntamente os problemas que se colocam à educação científica. Porém, equipas que não se fechem em si mesmas, mas que interajam.

- E que deste modo se apropriem do corpo de conhecimentos construído pela comunidade científica no seu campo. Sem este trabalho coletivo, no seu sentido mais amplo, não há avanço possível na educação.

- Conceber este capítulo como um trabalho a dois foi para nós uma questão de coerência e a forma “conatural” (uma naturalidade adquirida) de trazer à luz e discutir aspectos chave que têm dirigido e reorientado os nossos desenvolvimentos profissionais, as

nossas vivências, os desafios que temos enfrentado, o que temos aprendido coletivamente, como docentes e como investigadores, conjuntamente com muitos outros colegas.

- Deste modo quisemos destacar uma das coisas mais importantes que temos aprendido: *a fecundidade do trabalho coletivo*, que nos permitiu viver a docência como um desafio apaixonante.

- E isso remete-nos às origens, às razões pelas quais ambos optamos por nos dedicarmos ao ensino.

A docência como desafio apaixonante

- Um fato significativo que marcou a nossa trajetória é que ambos tínhamos começado uma carreira de investigadores universitários e em dado momento decidimos dedicar-nos à docência não universitária como professores de Física e Química em Institutos de Ensino Médio.

- Não deixa de ser curiosa a convergência das nossas trajetórias, apesar das muitas diferenças de origem. Por exemplo, os nossos percursos escolares foram muito diferentes: uma foi sempre uma boa estudante sem conhecer uma reprovação; o outro permaneceu durante anos no chamado “pelotão dos fracos”, do qual só conseguiu sair no final do ensino secundário (graças, merece ser destacado, à ação de um professor que se empenhou em ajudar os maus alunos, certo de que poderíamos superar as dificuldades, como assim aconteceu).

- No entanto, apesar destas e de muitas outras diferenças em que não nos podemos alongar, ambos coincidimos em deixar a universidade para passar a trabalhar no ensino secundário. Uma coisa bastante estranha, porque o ideal de quem passava pela universidade era dedicar-se à investigação e fugir do ensino que, em geral, era visto como uma tarefa monótona, repetitiva, sem interesse.

- Houve alguma coisa, de fato, que nos levou – a nós e a muitos outros universitários – a ver a docência como uma tarefa essencial para contribuir para mudar a situação que estávamos a viver em Espanha: chegamos ao ensino movidos pelos nossos compromissos políticos de luta contra a ditadura e pela democracia, convictos da sua importância em facilitar o acesso das classes populares à educação superior.

- Chegamos, pois, como muitos outros colegas, com o propósito de construir uma “alternativa democrática” para o ensino e para a sociedade.

- E cabe destacar que a nossa vontade e entusiasmo eram tão fortes que nos permitiram superar os primeiros fracassos.

- Porque há que reconhecer que inicialmente nós fracassamos: as nossas “brilhantes” exposições (cópia das “lições magistrais” a que a universidade nos havia acostumado) não eram geradoras das aprendizagens que procurávamos.

- Foi então que começamos a compreender a necessidade de mudar a forma de ensinar, a necessidade de procurar, estudar e ensaiar outras estratégias que fossem válidas para todas e todos os nossos alunos, que conduzissem ao êxito uma imensa maioria.

- Não estávamos dispostos a aceitar o papel da escola como “reprodutora das classes sociais”, segundo denunciavam alguns sociólogos.

- Claro que não; e isto exigia inovar, mas inovar com fundamento, estudando o que os outros haviam feito, trabalhando com outros, pondo em prática e avaliando as nossas propostas, *investigando*.

- Reencontramos, assim, a investigação que tínhamos abandonado pelo ensino, regressando à universidade.

- Porém, agora, o campo de investigação era distinto, para nós mais apaixonante e mais inovador, porque a investigação no campo da educação científica estava apenas a iniciar-se: o *European Journal of Science Education* (mais tarde *International Journal of Science Education*), para citar um exemplo relevante, surgiu em 1979.

- Dizer que a Didática das Ciências era um campo inovador de investigação é reconhecer a falta de tradição de investigação, a inexistência de um corpo de conhecimentos, em suma, a inexistência de uma comunidade científica em cujo seio nos pudéssemos formar.

- Mas, é também falar de um desafio apaixonante: quase tudo estava por fazer e as possibilidades de contribuir para os necessários avanços eram imensas.

- Eram e continuam a sê-lo. Porque, embora tenha havido avanços, há problemas que permanecem e outros novos que surgem. Mais ainda, hoje sabemos que um ensino de qualidade exige a adesão dos docentes às tarefas de inovação e investigação já que tem sido escassa a capacidade efetiva de *transmitir* aos professores as propostas dos especialistas.

- Com efeito, é necessário que os professores *participem na (re)construção* dos novos conhecimentos didáticos, abordando os problemas que o ensino nos coloca. Sem essa participação, será difícil que os professores interiorizem e apliquem as mudanças curriculares e toda a inovação fundamentada em rigorosas investigações para além de que pode *ter lugar uma atitude de recusa*.

- Mas isso não é só uma exigência para um ensino de qualidade: abre também a possibilidade de um ensino com satisfação, capaz de apaixonar com os seus êxitos e com os seus desafios. Assim refere o conhecido Relatório Delors, “*A Educação encerra um Tesouro*”, da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI (Delors, 1996).

- É isto que temos encontrado no ensino através do trabalho coletivo de inovação e investigação: a satisfação de uma tarefa criativa e socialmente relevante. Um autêntico privilégio!

- Sim, um privilégio que tropeça em muitos países com horários letivos desajustados, assim como em outros obstáculos. É necessário, portanto, repensar o papel da educação nas nossas sociedades. Não basta atribuir à educação - e, em particular à educação científica - um papel essencial no desenvolvimento dos povos. Há que torná-la possível, favorecendo, entre outras, a implicação dos docentes, *de todos os níveis de ensino*, em tarefas de inovação e investigação.

- Esta tem sido outra das nossas aprendizagens mais significativas. O dilema “ensinar ou investigar” deixa de ter sentido para nós: trazer êxito aos nossos estudantes reclama investigação contínua. Rompíamos, assim, com um dos tópicos, uma das concepções sociais “de senso comum” mais firmes sobre o ensino.

- E ao envolvermo-nos na investigação pudemos continuar derrubando novos tópicos. Podemos dizer que os progressos em educação científica estão associados à superação desses tópicos, ao questionamento do “evidente”, do que parece inquestionável, que se ergue como obstáculo para a renovação do ensino.

- Prossigamos, pois, referindo-nos a outros grandes obstáculos e a como aprendemos coletivamente a fazer-lhes frente, de forma fundamentada, no seio do que se começaram a denominar Movimentos de Renovação Pedagógica, Seminários de Investigação e Inovação Didática, etc.

O peso das “evidências”: as diferenças de inteligência e o papel da avaliação

- É curioso constatar até que ponto o que estamos a destacar da nossa formação está associado à questão do que se considera “ser evidente” e se aceita como expressão de “senso comum” em educação.

- Do que “sempre se fez”, sim. Até aqui temos questionado, em primeiro lugar, a idéia (e a prática) da docência como atividade individual, compreendendo e aproveitando as vantagens de um trabalho docente coletivo.

- E as vantagens de um enfoque científico dos problemas que o processo de ensino/aprendizagem das ciências coloca. O qual supõe questionar a separação tradicional entre ensino e investigação.

- Uma separação que lamentavelmente se encontra de igual forma na universidade, onde os investigadores consideram o ensino uma tarefa simples, sem as exigências da atividade científica; como se qualquer um a pudesse fazer, bastando para isso conhecer a matéria a dar.

- É importante assinalar esse aspecto, porque se começamos a preocupar-nos e a ocupar-nos de como ensinar foi graças ao trabalho realizado no Ensino Secundário. Nas Faculdades de Ciências, de onde vínhamos, em geral não se prestava atenção ao ensino, considerado como “carga docente” (que, dito entre parêntesis, roubava tempo para a investigação).

- Só recentemente começou a aceitar-se que os problemas que se colocam ao processo de ensino-aprendizagem das ciências nos vários níveis (também no universitário), podem (e devem!) ser objeto de investigação e dar lugar a um corpo de conhecimentos que contribua de forma fundamentada para a superação dos problemas.

- E cabe aqui dizer que foi duro para muitos de nós sofrer as resistências colocadas ao reconhecimento da validade e relevância da investigação centrada nos problemas da educação científica.

- Foi duro... mas agora está a ser gratificante ver como se abre caminho à aceitação e valorização, também na universidade, desta nova área do conhecimento.

- É uma grande satisfação pensar que aqueles que participam neste livro têm podido dar o seu contributo ainda que esteja muita coisa por fazer para acabar com as abordagens superficiais, com as “evidências”... como a evidência de que ensinar é algo trivial que consiste simplesmente em transmitir conhecimentos que se dominam.

- Pôr em questão as evidências “do senso comum” tem sido e continua ser apaixonante e muito frutífero, sobretudo porque isso torna possível conceber novos pontos de vista e verificar a sua maior ou menor eficácia, rompendo assim com a ditadura do “sempre se fez assim”.

- Pois uma das evidências mais claras para a maioria dos professores e dos próprios estudantes (na realidade, para o conjunto da sociedade) é que existem notáveis diferenças de capacidade entre os estudantes, o que explica em boa medida os êxitos e os fracassos escolares.

- De fato, é uma das evidências mais nítidas e com a qual se torna difícil de romper: todos os que ensinam encontram turmas com grandes diferenças de compreensão e assimilação entre os estudantes. A natureza em boa medida inata, genética, da inteligência de cada pessoa parece óbvia: “Como se explica, se não é assim -como por vezes se argumenta- que irmãos criados no mesmo meio apresentem com frequência tais diferenças de inteligência?”.

- Trata-se de uma evidência que conta aparentemente com apoios sólidos. Acaso não existem “testes de inteligência” que medem essas diferenças?

- E que se torna muito tranquilizadora para muito docentes: “nós explicamos o mesmo para todas e todos e se alguns aprendem e outros não, obviamente que a causa está neles, não é culpa nossa”.

- Porém, “os outros” são, estatisticamente, quem procede de meios sociais desfavorecidos, de famílias que não podem ajudá-los a superar as suas carências e dificuldades.

- Por isso, alguns de nós negamo-nos a aceitar, sem mais, a tese tão comum de que muitos estudantes “não são dotados” e que o nosso papel deve ser seleccionar os que são bons.

- E começamos a estudar a natureza da inteligência. No nosso seminário teve particular impacto um livro intitulado *A inteligência: Mitos e realidades* (Salvat, 1972).

- O livro fornecia um grande número de resultados que vinham pôr em causa a teoria dos “dons inatos” como explicação para o diferente êxito escolar. Mostrava, por exemplo, uma indubitável correlação entre os resultados escolares e a origem social dos alunos: os alunos e as alunas procedentes da classe operária e do campo, estatisticamente, engrossavam as fileiras de quem fracassa, dos supostamente não dotados.

- A mim impressionou-me, em particular, uma experiência realizada nos Estados Unidos com crianças índias. Os testes de inteligência haviam estabelecido que os índios apresentavam um quociente de inteligência médio notavelmente inferior à média dos brancos; mas, pôde-se mostrar que as crianças índias educadas com famílias brancas tinham índices similares aos seus meios-irmãos brancos.

- O livro fornecia dados também muito interessantes acerca do que ocorre com os gêmeos: como é sabido, tendem a parecer-se fisicamente e também do ponto de vista intelectual, o que se apresenta como prova da origem genética da inteligência. Contudo, acontece que gêmeos verdadeiros, com um código genético idêntico, separados ao nascer e que crescem em meios culturais diferentes, podem apresentar em adultos quocientes intelectuais muito diferentes.

- No referido livro, Salvat recopilava toda uma bateria de resultados que fizeram tremer a “evidência” do carácter inato, genético, da inteligência e que viriam a provar, definitivamente, a sua origem sociocultural como fruto da atividade dos seres humanos no seio de uma comunidade. Rompia, assim, com o biologismo estreito que ignorava o salto qualitativo que o processo de hominização e a transmissão cultural faz supor.

- Tratava-se de uma autêntica revolução copernicana que nos levou a abraçar a *concepção dinâmica da personalidade* como uma das teses fundamentais do trabalho educativo; a deixar de crer em “inteligentes” e “tapados” e a convencer-nos de que era possível conseguir que o conjunto de estudantes – se tivessem a necessária ajuda – alcançasse bons resultados escolares.

- E a verdade é que essa certeza - e o conseqüente compromisso – vieram a ser reforçados pela nossa prática, na qual temos aplicado sistematicamente, com as nossas alunas e alunos, o *efeito Pigmaleão*, recordas-te?

- Claro que recordo a já célebre experiência de *Pigmaleão na Escola* (Rosenthal e Jacobson, 1968): numa série de escolas fez-se crer aos professores que um teste de inteligência tinha detectado que determinados alunos (escolhidos, na realidade, ao acaso) teriam um quociente intelectual extraordinário, eram uma espécie de “diamantes em bruto”. Dois anos depois pôde-se constatar que os alunos assinalados, não só haviam obtido classificações estatisticamente mais altas que os restantes colegas, mas que também haviam conseguido um desenvolvimento intelectual superior.

- Isso veio provar que tanto os professores, como os pais dos alunos “brilhantes” e os próprios alunos, haviam sido motivados pela crença nessa suposta alta capacidade, o que se traduziu em esforços e ajudas que deram um resultado muito positivo.

- Para nós o corolário estava claro: havia que *reconhecer e transmitir* segurança na capacidade de todos os alunos e alunas – salvo em casos muito raros de lesões físicas ou

psíquicas – realizarem com êxito as suas tarefas escolares, sempre que contassem com a ajuda e motivação necessárias.

- A nossa obrigação, e o grande desafio, era, precisamente, proporcionar-lhes a referida ajuda e fazer do seu êxito o nosso objetivo, entendendo por êxito o despertar do seu interesse e estimular a sua dedicação para conseguir as competências desejadas.

- E entendendo a nossa ajuda como um permanente apoio à sua atividade, baseada também num esforço permanente de investigação e inovação dos problemas que o processo de ensino/aprendizagem das ciências e da educação em geral coloca.

- A nossa tarefa como educadores via-se assim reforçada com o questionamento da “evidência” da origem genética da inteligência.

- E o conseqüente questionamento das práticas de avaliação. Assunto em que convém determo-nos, porque levou a outra das grandes mudanças nas nossas tarefas educativas.

- Deixamos de acreditar que a avaliação consistia na medida objetiva e precisa de alguns resultados. Não queríamos “medir objetivamente” e discriminar estudantes entre “bons” e “mediócrs”, queríamos conseguir que todas e todos fossem bons estudantes.

- E fizemo-lo de forma fundamentada. De fato as nossas investigações e as de outros colegas mostram-nos que a objetividade na avaliação não existe, que um mesmo exercício recebe pontuações distintas de diferentes professores... ou pelos mesmos professores em momentos distintos.

- E, o que é mais grave, que esse mesmo exercício recebe classificações consideravelmente mais elevadas quando são atribuídas a um estudante brilhante do que quando são atribuídas a um aluno que é considerado medíocre.

- Ou seja, a avaliação é, mais do que uma medida objetiva e precisa, a expressão de expectativas em grande medida subjetivas, mas com uma grande influência nos estudantes e nos próprios docentes, como mostrava o “efeito Pigmaleão”.

- Isso permite-nos compreender que carece de sentido uma avaliação consistente no juízo “objetivo” e terminal do trabalho realizado por cada aluno e aluna. Compreendemos que, pelo contrário, temos de nos considerar co-responsáveis pelos resultados que eles obtêm: não podemos situar-nos frente a eles, mas com eles; a nossa pergunta não pode ser “quem merece uma classificação positiva ou quem a não merece”, mas sim “de que ajudas precisa cada um para progredir e alcançar os resultados desejados”.

- E para isso é necessário um acompanhamento atento e um feedback continuado que reorienta e estimule a sua tarefa. Necessitamos de tratar os nossos estudantes como se tratam os jovens investigadores numa equipa de investigação.

- Hoje sabemos que esta *avaliação formativa*, concebida como um instrumento de melhoria da aprendizagem, é essencial para o progresso dos estudantes, sobretudo daqueles que têm dificuldades.

- Não podemos dedicar mais espaço – ainda que fosse merecido – a tudo o que esta diferente abordagem da avaliação da aprendizagem na nossa ação educativa supõe. Vamos, contudo, debruçar-nos brevemente sobre a necessária avaliação do currículo e do ensino, isto é, do que se ensina nas matérias científicas e de como se ensina.

- Uma ação absolutamente necessária porque também aí “o que sempre se tem feito” tem conduzido a visões distorcidas e empobrecidas da ciência, que geram desinteresse, quando não mesmo recusa.

A recusa dos estudos científicos: responsabilidades do ensino

- Acabamos de nos referir à importância que teve na nossa ação educativa pôr em causa uma avaliação reduzida ao simples juízo “objetivo” e terminal dos sucessos alcançados por cada estudante, para passar a concebê-la como um instrumento de melhoria da aprendizagem.

- Passar da simples constatação final à ajuda continuada. Uma ajuda de que também os docentes necessitam, porque a avaliação também deve contribuir para a melhoria do ensino e do currículo.

- Uma melhoria absolutamente necessária se se tiver em conta os resultados do ensino. Em 2007 foi tornado público um documentado estudo promovido pela Comissão Europeia, facilmente acessível na Internet como *Relatório Rocard (2007)*, no qual se dá conta das inúmeras investigações que têm mostrado claramente uma alarmante redução do interesse dos jovens pelos estudos científicos e se reclama um novo ensino das ciências.

- Cabe assinalar que esta crescente preocupação pela renovação da educação científica, não supõe que tudo continue igual ou pior do que há duas décadas. Na realidade, as atuais propostas apóiam-se num avanço fundamental: assumem os resultados da investigação educativa no que respeita à necessidade de substituir as estratégias de transmissão-recepção por outras que orientem a aprendizagem como uma tarefa de pesquisa ou investigação orientada, que favoreçam a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos.

- Um avanço para o qual a maioria dos co-autores deste livro têm tentado contribuir juntamente com muitos outros educadores de todo o mundo que, como nós, têm sentido a necessidade de investigar e de fornecer soluções para os problemas que se colocam á educação científica.

- Poderíamos dizer que uma boa parte desta investigação constitui uma “avaliação formativa” do ensino, dado que analisa as suas disfunções e avança propostas fundamentadas para a sua melhoria.

- Assim é, embora para cada professor ou professora seja necessária também uma avaliação do seu ensino concreto a cargo dos seus estudantes e dos seus colegas. Para nós, as sessões de avaliação do percurso da turma, a cargo dos alunos, e as visitas mútuas entre colegas, foram de grande ajuda para identificar problemas e sugerir alternativas.

- Precisamente, como fruto, entre outras coisas, destas visitas – que nos permitiam analisar criticamente o que fazíamos na aula – surgiu o nosso interesse pela imagem da ciência que o ensino da ciência pode transmitir por ação ou omissão.

- Uma imagem, em geral, profundamente distorcida e empobrecida, que justifica plenamente o desinteresse dos estudantes pelos estudos científicos.

- Refletir sobre as características dessa imagem distorcida e sobre como superá-la converteu-se numa das nossas principais linhas de investigação e inovação.

- Não podemos discorrer aqui sobre este grave problema, mas podemos tentar uma breve síntese, remetendo para o livro editado pela UNESCO “*Como promover o interesse pela cultura científica*” (Gil et al., 2005), de livre acesso na Internet, mais concretamente para o seu capítulo 2, que analisa as visões da ciência e da tecnologia que o ensino pode transmitir; também existe uma versão em português, no capítulo 2 do livro “A necessária renovação do ensino das ciências” (Cachapuz et al., 2005).

- As referidas visões são exemplificadas pelos desenhos elaborados por professores em formação, para representar a atividade científica. Tais desenhos limitam-se, quase sempre, tão só a mostrar um único cientista (homem, evidentemente) manuseando algum instrumento de laboratório.

- A atividade científica aparece, assim, isolada do mundo, realizada como se estivesse numa torre de marfim, absolutamente descontextualizada. E assim acontece com frequência no ensino das ciências, que ignora ou trata superficialmente as relações CTSA

(Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) existentes no trabalho científico e que poderiam contribuir para o interesse dos alunos.

- Os desenhos transmitem também uma visão individualista e elitista, pouco capaz de atrair as pessoas para uma atividade que parece própria de gênios solitários.

- De fato, o ensino contribui para essa visão elitista ao esconder o significado dos conhecimentos por detrás de apresentações exclusivamente operativas. Não se faz um esforço para tornar a ciência acessível, com tratamentos qualitativos, significativos...

- Esquece-se, assim, que, como afirmava Einstein, *“Nenhum homem da ciência pensa com fórmulas. Antes de um físico começar a calcular, deve ter na sua cabeça os raciocínios que, na maioria dos casos, podem ser expostos com palavras simples”*.

- Poderíamos continuar a enumerar deformações do que é suposto ser a atividade científica que encontramos refletidas nos desenhos dos professores em formação e, muitas vezes, lamentavelmente, no ensino; mas não temos espaço para isso já que o nosso objetivo aqui não é expor os resultados das linhas de investigação, mas dar conta do que nos tem marcado e orientado o nosso trabalho, centrando o nosso interesse ao longo da nossa vida profissional.

- E a este respeito cabe assinalar que o fato de perceber que o ensino proporciona uma imagem distorcida e empobrecida da ciência colocou-nos o desafio de mostrar a sua autêntica natureza de atividade aberta e criativa, aventura do pensamento e da ação, socialmente contextualizada e vinculada ao desenvolvimento do espírito crítico.

- Um desafio apaixonante para nós, que nos levou a mergulhar na história e filosofia da ciência e da tecnologia, na epistemologia, nos aspectos axiológicos... e a desenhar programas de atividades que refletem a sua natureza e evolução.

- E um desafio apaixonante também para os estudantes, que se vêm confrontados com a (re)construção dos conhecimentos a partir de problemas relevantes.

- Os objetivos a que nos propusemos têm sido, por um lado, promover o interesse pela cultura científica em toda a população, contribuindo para melhorar o processo de ensino e aprendizagem das ciências e, por outro, estimular um maior número de futuros cientistas, proporcionando-lhes a formação de que precisam.

- Convém que nos detenhamos nestas questões centrais da educação científica, que têm originado acesos debates, nos quais temos participado.

Alfabetização científica ou preparação de futuros cientistas? A superação dos falsos dilemas

- Abordamos, aqui, um dos debates, em nossa opinião, mais importantes para o presente e futuro da educação científica. Vale a pena dedicar-lhe alguma atenção, já que está a marcar o nosso trabalho e o de muitos outros docentes.

- As nossas contribuições ficaram também refletidas, por exemplo, no capítulo 1 do livro editado pela UNESCO *“Como promover o interesse pela cultura científica?”* (Gil et al., 2005), ao qual já fizemos referência. Aqui tentaremos resumir as razões pelas quais nos pareceu ser um debate essencial.

- Podemos começar recordando que a alfabetização científica para todos as cidadãs e cidadãos e - não só para os futuros cientistas - converteu-se, na opinião de numerosos especialistas, numa exigência urgente, num fator essencial do desenvolvimento das pessoas e dos povos.

- Até ao ponto em que se chegou a estabelecer uma analogia entre a alfabetização básica iniciada no século XIX e o atual movimento de alfabetização científica e tecnológica.

- Porém, a possibilidade e a vantagem de educar cientificamente o conjunto da população tem sido questionado por alguns autores em trabalhos bem documentados e que chegaram a denunciar “*o mito da alfabetização científica*”. Convém, pois, prestar atenção aos argumentos críticos destes autores e analisar mais cuidadosamente as razões que justificam as propostas de “ciência para todos”.

- Na opinião dos críticos da alfabetização científica como Shamos ou Fensham (2002), o movimento ciência para todos baseia-se em idéias preconcebidas: a primeira, que Fensham denomina de tese pragmática, supõe que, ao estarem as sociedades cada vez mais influenciadas pelas idéias e produtos da ciência e, sobretudo, da tecnologia, os futuros cidadãos e cidadãs desenvolver-se-iam melhor se adquirissem uma base de conhecimentos científicos.

- E a segunda, ou tese democrática, tem como suposto que a alfabetização científica permite aos cidadãos participarem nas discussões que as sociedades devem adotar em torno de problemas relacionados com CTSA, cada vez mais relevantes para as nossas vidas.

- Contudo, a tese pragmática, segundo Fensham, não tem em conta que a maioria dos produtos tecnológicos está concebida de maneira a que, quem os usa, não tem necessidade, para poder utilizá-los, de conhecer os princípios científicos em que se baseiam.

- Há que reconhecer que esta é uma crítica fundamentada: em qualquer sociedade, milhões de cidadãos e cidadãs, incluindo eminentes personalidades, reconhecem a sua falta de conhecimentos científicos, sem que isso em nada haja limitado a sua vida prática.

- No que respeita à tese democrática, pensar numa cidadania cientificamente alfabetizada que pode participar fundamentadamente em torno de decisões frente aos problemas sócio-científicos, constitui, segundo Fensham, uma ilusão que ignora a complexidade dos conceitos científicos implicados, como sucede, por exemplo, com o aquecimento global. É absolutamente irrealista acreditar que se pode chegar a este nível de conhecimentos durante o período de formação geral.

- No entanto, em nossa opinião, a participação na tomada de decisões fundamentada precisa dos cidadãos, mais do que um nível de conhecimentos muito elevado, um mínimo de conhecimentos específicos, perfeitamente acessíveis à cidadania, com idéias genéricas e considerações éticas que não exigem qualquer especialização.

- Além disso, nas nossas considerações temos tentado mostrar que ter profundos conhecimentos específicos, como os que têm os especialistas num campo determinado, não garante a adoção de decisões adequadas, antes pelo contrário, exige pontos de vista que contemplem os problemas numa perspectiva mais ampla, analisando as possíveis repercussões a médio e a longo prazo, tanto no campo considerado como noutros.

- E isso é algo para o qual podem contribuir pessoas que não sejam especialistas, com perspectivas e interesses mais amplos, mas que possuam um mínimo de conhecimentos científicos sobre a problemática estudada, sem os quais se torna difícil compreender as opções em jogo e participar na adoção de decisões fundamentadas.

- Podemos apresentar exemplos relevantes do papel desempenhado por movimentos de cidadãos esclarecidos, em convergência com a comunidade científica, na resolução de graves problemas sócio-ambientais, como a proibição do DDT (um perigoso veneno de efeito cumulativo) e outros COP (Contaminantes Orgânicos Permanentes), ou a eliminação dos aerossóis que destroem a camada de ozônio.

- Nestes e em muitos outros problemas, o papel da comunidade tem sido apoiar as advertências fundamentadas da comunidade científica e exigir a aplicação do *Princípio da Precaução*. Contudo, os cidadãos e as cidadãs não necessitavam, devemos insistir, de profundos conhecimentos específicos, mas de ter a capacidade de compreender os

argumentos dos especialistas, o que pode ser proporcionado através de uma alfabetização científica básica.

- O que nos interessa destacar aqui é, por exemplo, que a batalha contra o DDT foi feita por cientistas como Rachel Carson em *convergência com grupos de cidadãos* que foram sensíveis às suas chamadas de atenção e argumentos. De fato, Rachel Carson é hoje recordada como a “mãe do movimento ecologista”, pela enorme influência que teve o seu trabalho nas origens do denominado movimento CTS e no aparecimento de grupos de ativistas que reivindicavam a necessidade da proteção do meio ambiente.

- Sem a ação destes grupos de cidadãos e cidadãs com capacidade para compreender os argumentos de Carson, a proibição do DDT tinha-se dado muito mais tarde, com efeitos ainda mais devastadores, dada a oposição da indústria química implicada, de muitos políticos e até de alguns cientistas, que negaram valor às suas provas e a acusaram de “estar contra o progresso”.

- Isso constitui um argumento decisivo a favor de uma alfabetização científica da comunidade, cuja necessidade é cada vez mais nítida, perante a situação de autêntica “emergência planetária” que ameaça, literalmente, a nossa sobrevivência. Uma situação a cujo estudo e tratamento estão hoje muitas pessoas dedicando os seus esforços, como investigadores, como educadores e como cidadãos.

- E ainda não somos bastantes! Abordaremos, na última secção destes diálogos, esta questão vital. Antes insistiremos em que a alfabetização científica – que se impõe como uma dimensão essencial de uma cultura cívica – não supõe um prejuízo para a preparação dos futuros cientistas de que as sociedades precisam.

- Não se trata de um “nivelamento por baixo” para tornar acessível e atrativa a ciência para a generalidade da comunidade, dando uma maior atenção aos aspectos sociais, mas sim de uma reorientação do ensino absolutamente necessária também para os futuros cientistas; necessária para modificar a imagem distorcida da ciência que tal ensino proporciona e fazer face à recusa dos estudos científicos que esse ensino gera.

- Passemos agora a falar do papel da educação científica - e, na realidade, de toda a educação – no tratamento da situação de emergência planetária. Uma dimensão que impregna hoje todo o nosso trabalho educativo.

Uma prioridade para o século XXI: a educação para a sustentabilidade

- Talvez devamos esclarecer porque falamos de “uma prioridade para o século XXI”, por que se considera a sustentabilidade, como expressou Rodger Bybee (1991) “*a idéia central unificadora mais necessária neste momento da história da humanidade*” para fazer frente a uma grave situação de *emergência planetária*.

- Não é possível (nem necessário) detalhar aqui o conjunto de problemas sócio-ambientais estreitamente articulados e que se potenciam mutuamente – fruto em grande medida de um crescimento económico predador, ao serviço de interesses a curto prazo sem atender às suas conseqüências – que obrigam a falar de emergência planetária e a implicarmo-nos na sua solução (Vilches e Gil Pérez, 2009)

- Basta mencionar alguns: contaminação e degradação dos ecossistemas, esgotamento de recursos, crescimento incontrolado da população mundial, desequilíbrios insustentáveis, conflitos destruidores, perda da diversidade biológica e cultural...

- Não devemos ocultar a surpresa que significou para alguns de nós o alerta das Nações Unidas, na Primeira Cimeira da Terra (celebrada no Rio em 1992), pedindo que os educadores *de todos os campos e níveis*, tanto da educação formal como da informal, contribuíssem para formar cidadãos e cidadãs conscientes da gravidade da situação de *emergência planetária* e preparados para participar na tomada de decisões.

- A surpresa foi ainda maior quando uma breve indagação nos permitiu saber que alertas como este se haviam já repetido desde a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (celebrada em Estocolmo vinte anos antes), sem que muitos educadores, como nós próprios, nos tivéssemos sequer apercebido, apesar do notável esforço realizado por numerosas equipas especializadas em Educação Ambiental.

- E apesar da crescente tomada de consciência social da extrema gravidade dos problemas com os quais a humanidade está confrontada. Parecia que esses problemas tinham pouco a ver com a didática das ciências... que não eram problemas nossos.

- Como resultado, nem o alerta da Cimeira do Rio, apesar do seu indubitável impacto mediático, conseguiu a necessária implicação do conjunto dos educadores, no tratamento da situação do mundo como problema prioritário da nossa atividade docente e de investigação.

- De fato, as revistas educativas, exceto as do âmbito da Educação Ambiental, só recentemente se referiram a esta problemática que também não era abordada nos currículos escolares e nos programas de formação de professores.

- Por isso, 10 anos depois, na Segunda Cimeira da Terra (que teve lugar em Johannesburgo em 2002), se compreendeu a necessidade de uma campanha intensa e de longa duração. Surgiu assim a proposta de instituir uma *Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável*, destinada a conseguir a implicação de todos os educadores na formação de uma cidadania atenta à situação do planeta e preparada para a tomada de decisões.

- Com efeito, havia-se compreendido que a necessária atenção, generalizada e continuada, relativa à situação no mundo, como problema global, tropeçava em sérias dificuldades, fruto de atitudes e hábitos muito enraizados e de míopes interesses particulares a curto prazo. Por isso, precisava-se multiplicar os esforços até conseguir um efeito irreversível de “mancha de azeite” que se estendesse a toda a sociedade.

- Contudo, cabe afirmar que uma vez que se começa a estudar a situação do meio ambiente (no seu sentido mais amplo que inclui também a espécie humana), compreende-se completamente a sua gravidade e a necessidade incluirmos o seu tratamento como dimensão essencial da educação científica.

- Isso foi o que ocorreu, a alguns de nós, depois da Cimeira do Rio. E temos de reconhecer que a relevância desta problemática e os apaixonantes desafios que coloca “tomou-nos”, até ao ponto de, durante os últimos 15 anos; a *educação para um futuro sustentável* ter marcado as nossas investigações, a orientações de teses de doutoramento, os materiais elaborados para a formação de professores e para o trabalho de aula ...

- Foi e continua a ser um trabalho muito absorvente de estudo e produção, simultaneamente preocupante e gratificante.

- Preocupante pela dimensão dos problemas e das dificuldades em fazer-lhes frente.

- E gratificante por termos compreendido que a participação urgente na construção de um futuro sustentável pode ser hoje a meta de interesse coletivo que proporciona aos jovens (e, na realidade, às cidadãs e aos cidadãos de todas as idades) a ocasião para mobilizar os valores de uma cidadania solidária e que dê sentido às suas vidas.

- Por constatarmos e compreendermos isso não podemos renunciar a este trabalho apaixonante, tanto pelo seu interesse intrínseco como pelos seus efeitos positivos nas atitudes e comportamentos dos estudantes.

- Esta seria, pois, a nossa última recomendação aos colegas que irão ler estas páginas: que incluam nos seus esforços por uma melhor educação científica a educação por um futuro sustentável. Não só se converterão em sujeitos activos de uma (r)evolução necessária para tornar possível a sobrevivência da nossa espécie, mas também poderão ver

como os seus alunos e alunas estudam com mais interesse e aprendam mais e melhor, motivados por uma problemática relevante e que pede a sua participação.

- Em jeito de despedida, ainda deveríamos esclarecer um par de coisas... A primeira é explicar o que quisemos dizer ao falar de uma necessária (r)evolução.

- É uma expressão adotada pela ONG Greenpeace que nos parece particularmente acertada ao unir os conceitos de revolução e evolução: revolução, para chamar a atenção para a necessidade de profundas mudanças nos nossos modelos de vida e de organização social; evolução, para assinalar que não se pode esperar tais mudanças como fruto de uma ação concreta, mais ao menos limitada no tempo.

- A segunda é esclarecer que o que se está a dizer não significa abandonar todo outro tipo de investigação ou inovação, todo outro tipo de objetivo educativo, para *reduzir* os esforços a formar cidadãos e cidadãs dedicados exclusivamente a combater a degradação do planeta.

- Essa redução, paradoxalmente, não ajudaria a construir um futuro sustentável. O que se propõe é *incorporar* a dimensão da sustentabilidade nas nossas investigações e ações educativas. Algo perfeitamente possível, porque resulta quase impossível encontrar um qualquer domínio científico que não possa ligar-se com a situação de emergência planetária e com as medidas a adotar para lhe fazer frente.

- Trata-se, pois, de *enriquecer* os conteúdos exigidos pela desejada imersão na cultura científica e, definitivamente, contribuir para uma formação cívica que prepare para a participação na solução dos problemas com que a humanidade, hoje, se confronta. Uma área em que a ciência e o ensino da ciência têm muito para dar.

- Nisso estamos a trabalhar...

- E para isso vos convidamos!

Referencias Bibliográficas

- BYBEE, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- CACHAPUZ, A., GIL-PÉREZ, D., PESSOA, A. M., PRAIA, J. e VILCHES, A. (2005). *A necessária renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- DELORS, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana. Ediciones UNESCO.
- FENSHAM, P. J. (2002). Time to Change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.
- GIL-PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P. e VILCHES, A. (Eds.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.
- MAIZTEGUI, A., ACEVEDO, J. A., CAAMAÑO, A., CACHAPUZ, A., CAÑAL, P., CARVALHO, A. M. P., DEL CARMEN, L., DUMAS CARRÉ, A., GARRITZ, A., GIL-PÉREZ, D., GONZÁLEZ, E., GRAS-MARTÍ, A., GUIASOLA, J., LÓPEZ-CEREZO J. A., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., MORENO, A., PRAIA, J., RUEDA, C., TRICÁRICO, H., VALDÉS, P. e VILCHES, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada, *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129-155.
- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALWERG-HENRIKSSON, H. e HEMMO, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Community Research. (Acessível em http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)
- ROSENTHAL, R. e JACOBSON, L. (1968). *Pygmalion in the classroom*. New Jersey: Rinehart and Winston.
- SALVAT, H. (1972). *La inteligencia: Mitos y realidades*. Barcelona: Península.
- VILCHES, A. e GIL PÉREZ, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, pp. 101-122. (Número completo acessível em: <http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009.htm>)

Agradecimentos:

O nosso trabalho é o resultado do contributo de muitas pessoas (professores, colegas, alunos, amigas e amigos...) pelo que não seria possível nomeá-las a todas. Não podemos, contudo, deixar de agradecer ao nosso colega e amigo João Praia a versão portuguesa deste capítulo. De fato, ele não realizou apenas uma mera tradução mas fez uma cuidadosa revisão que melhorou o texto inicial.