

HISTORIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE TECNOLOGÍA

ANTONI HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ

COMPLEXITY AND QUANTITATIVE LINGUISTICS LAB. LARCA RESEARCH GROUP.
INSTITUT DE CIÈNCIES DE L'EDUCACIÓ, UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA (UPC).
ESCOLA MUNICIPAL D'ART I DISSENY DE TERRASSA.

Palabras clave: *enseñanza de la tecnología, clase invertida, formación del profesorado de tecnología, historia de la tecnología, predocente*

History of Science and Technology in Training Technology Teachers

Summary: *The pre-service teacher (pre-teacher) of technology, a student who enrolls in the master course of teacher training (for secondary education, specialised in technology), has a solid technical background, as these students come primarily from the various degrees of engineering and architecture, but a less humanistic education, especially in the field of history of science and technology.*

This communication presents our experience as teachers of the subject «Complements for the education in technology» of the master's degree in Secondary and Upper Secondary Education and Vocational Training Teaching of our University. Some of the educational experiences carried out are exposed briefly. Our goal is to provide pre-teachers with a general training in history of science and technology, as well as skills and tools to encourage interest in it in their future high school students.

Key words: *teaching of science and technology, training technology teachers, history of technology, secondary school teachers, pre-teacher*

Introducción: el contexto de los predocentes de tecnología

La materia de tecnología en el sistema educativo español, ya en sus orígenes, se planteó el reto de formar a los ciudadanos del siglo XXI en la cultura tecnológica, a la vez que se pretendió integrar a la historia en su enseñanza, más allá del apren-

dizaje de tecnologías y técnicas concretas (Font Agustí, 1996). A tal efecto, Jordi Font Agustí (1996: 3) nos alertaba de que:

(...) la Tecnología no es una materia académica que transmita un cuerpo de conocimiento libresco, homogéneo e invariable, sino que se refiere a una actividad humana que es inseparable de la historia, de la cultura y del medio donde vive la sociedad que la genera y recibe sus efectos.

Por otra parte, aunque los cambios legislativos —tanto estatales como autonómicos— han sido diversos y no necesariamente para reforzar esta materia, pues en algunos casos ha disminuido su carga horaria y se ha acabado con la obligatoriedad en todos los cursos de secundaria, se sigue reivindicando su valor cultural y educativo, y su influencia fundamental en la historia de la Humanidad (Utiel, 2010), o incluso su centralidad evolutiva y su inherencia al género *Homo* (Carbonell & Sala, 2002).

Pese a cierta ideología que pretende *desconectar* la tecnología de nuestra inherente humanidad (Sábato, 2000), la última encuesta sobre la percepción social de la ciencia y la tecnología en España (FECYT, 2015) recoge un descenso en la percepción negativa de la tecnología: los datos presentan un claro corte generacional en el interés por la tecnología entre jóvenes y mayores, y sin embargo también un salto preocupante entre el interés espontáneo suscitado entre hombres (20,4 %) y mujeres (9,9 %).

En definitiva, ante este panorama, es necesario *humanizar* la tecnología y que se comprenda como parte integral de nuestra especie; conectar la tecnología en sus diversas manifestaciones con la historia humana; implicar más a las mujeres en ella; plantear sin duda los dilemas tecnoéticos que se han producido a lo largo de la historia, en aras de la mejora de la convivencia en una sociedad tecnológica en cuanto humana; y, por último, dotar a los *predocentes* (futuros docentes, alumnos en tránsito a la enseñanza, que ahora son nuestros alumnos de máster) de herramientas para desarrollar el pensamiento crítico del alumnado, empezando por el suyo propio (Boada *et al.*, 2008).

Historia de la tecnología en la formación del profesorado

Nuestros *predocentes* en la Universitat Politècnica de Catalunya provienen mayoritariamente de estudios de grado de ingeniería o arquitectura, y en menor medida de otras especialidades, y por tanto su formación humanística, en historia, se remonta a la educación secundaria (Fig. 1). Hay, por ende, una necesidad formativa inicial clara.

La materia de Complementos para la formación disciplinar en tecnología (CFDT), del Máster de formación del profesorado de secundaria (MFPS), se ha planteado como una oportunidad de actualizar y completar la formación de los *predocentes*, en aquellos aspectos en los que pueden mostrar algunas carencias formativas. Una ventaja es que el nivel inicial de conocimientos de historia y filosofía es homogéneo y mínimo en la práctica totalidad del alumnado. Queda para otro momento la discusión de si debería ser o no así, si no debería ser imprescindible para un arquitecto o un ingeniero el formarse al menos en unos rudimentos de historia o de filosofía de la tecnología, aunque esta última esté todavía en pañales (Bunge, 2013: 49).

Es esencial que los *predocentes* reflexionen más allá de planteamientos meramente histórico-teóricos, por lo que las actividades que se realizan y analizan en CFDT tienen un enfoque práctico. Se tratan casos reales que se dan en la secundaria, en conexión con otras materias del MFPS. Uno de

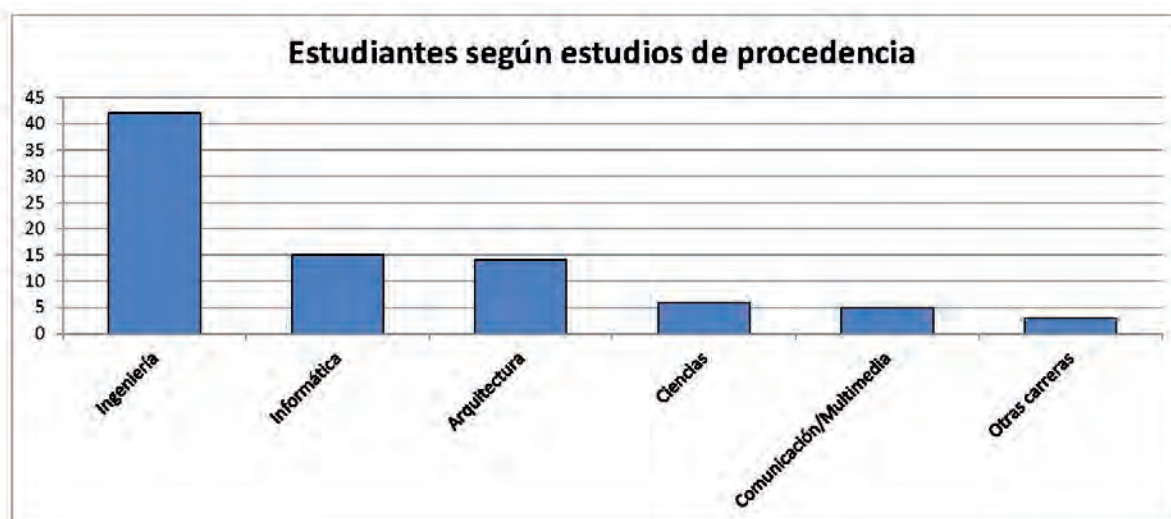


FIGURA 1. Ejemplo de estadística de la procedencia del alumnado de máster de formación de profesorado (especialidades de Tecnología y Formación profesional). Datos del curso 2015-2016.

los objetivos establecidos de CFDT es dotar a los *predocentes* de una mínima formación en historia de la tecnología, y de herramientas para fomentar el interés por la misma en su alumnado (Cervera, 2010).

El tiempo es limitado, pues la temporización presencial se reduce a catorce sesiones que, descontando la sesión final de evaluación, se quedan en trece, de tres horas cada una, y en las que además hay que abordar el resto de amplios objetivos de la materia.¹ A historia de la ciencia y la tecnología se dedican tres sesiones específicas, a las que cabe añadir dos sesiones iniciales sobre ciencia, tecnología y sociedad, en las que se expone la relevancia y centralidad de la tecnología desde una perspectiva evolutiva (Carbonell & Sala, 2002). Además, una de las tres visitas programadas se realiza al Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (mNACTEC), que posee un carácter propio vinculado a la historia de la técnica. El enfoque de buena parte de la materia es humanístico y está íntimamente relacionado con la historia.

La evaluación de CFDT comprende diversos elementos y evidencias:

- *Trabajo individual de historia de la ciencia y la tecnología.* Consiste en el desarrollo de una doble página infográfica (Fig. 2), y del material docente complementario, enfocada a un curso y a una parte específica del currículo de secundaria, en la que el alumnado presenta un invento, personaje o tecnología relevante en la historia de la ciencia y la tecnología. Se defiende oralmente.
- *Proyecto de tecnología.* Se trata de un proyecto en grupo a desarrollar en el aula taller. Los estudiantes de máster presentan en clase un prototipo, la memoria y el material educativo complementario.
- *Evaluación continua.* Comprende las diversas actividades de aula, lecturas que se valoran mediante cuestionarios *gamificados*, intervenciones en la plataforma Moodle del curso (Atenea), etc.

1. La guía docente completa puede consultarse en la página web del máster: <https://mfp.masters.upc.edu/ca/informacio-academica/guias_docents> (último acceso: 15.03.16).

- *Examen*. El alumnado tiene desde el principio de curso 50 preguntas sobre el temario a preparar para el examen, 20 de ellas de historia de la ciencia y la tecnología. Se selecciona un número reducido (de 4 a 6) para la prueba y además hay un comentario de texto de una de las lecturas del curso.

Bajo un marco constructivista (Papert, 1991; Kafai & Resnick, 1996) se efectúa una evaluación diversificada (McDonald, 2008) con el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la tecnología como elementos centrales (Becker *et al.*, 2010; Hernandez-Ramos & De La Paz, 2009), y la perspectiva histórica como eje vertebrador de la materia: la historia se usa más que explicarse.

Se potencia por tanto el aprendizaje colaborativo y cooperativo, mediante proyectos, así como la clase invertida «*flipped classroom*» (Bergmann & Sams, 2012), pero sin ceder el testigo a una única metodología didáctica durante toda la materia. La diversificación, tanto en actividades y herramientas de evaluación como en dinámica y organización del aula, es clave: se pretende que los *predocentes* aprendan de la propia experiencia educativa que viven en el MFPS, dotándolos del máximo de ingredientes posibles, de recursos variados con los que puedan decidir por sí mismos cómo *cocinar* sus clases futuras. Por otra parte, como profesorado del máster, esta mezcla nos permite obtener evidencias de las competencias que esperamos del futuro docente de enseñanza secundaria y que se deberán valorar (Gorard, 2012).

Concreciones

Uno de los objetivos de la materia de CFDT es lograr en el *predocente* de tecnología una perspectiva global de la historia de la ciencia y la tecnología. En las primeras ediciones del máster se impartían varias sesiones magistrales donde se sintetizaban las diferentes épocas históricas y se focalizaba sobre algunos de los personajes e inventos principales que, a juicio del docente, habían supuesto un hito o habían implicado cambios cruciales en la historia humana. Las encuestas internas pasadas a los estudiantes al final de estos cursos evidenciaron la necesidad de cambiar de estrategia en aquellas sesiones magistrales: era ciertamente el último reducto del enfoque educativo tradicional que contrastaba con el resto de sesiones de CFDT.

En consecuencia, se decidió pasar el testigo al alumnado y hacer que fueran ellos los que fuesen generando el relato histórico de la tecnología a través de un trabajo individual. Para ello, en la primera sesión se presenta el trabajo, fechas de entrega y demás requisitos, y se orienta al grupo-clase para que los diversos periodos históricos estén representados en los temas que elijan,² y en un par de semanas —a lo sumo— tengan escogido el tema de su trabajo (Tabla 1). En caso contrario el docente asigna el tema al alumno, intentando consensuarlo con sus preferencias.

2. Aunque las divisiones históricas son polémicas entre los historiadores, se toma parte por una de ellas. Véase Ayala-Carcedo (2001) para un ejemplo de periodos histórico-tecnológicos.

Primera sesión	Explicación general del trabajo individual (motivación, entregables, evaluación, temporización...).
Segunda/Tercera sesión	Selección de temática por parte del alumnado y adjudicación de fechas de presentaciones orales.
Sesiones historia	Presentación oral de la doble página y del material complementario. Planteamiento de mejoras.
Presentación virtual	Subida de los archivos finales del trabajo, en la plataforma Moodle del curso.

TABLA 1. Temporización orientativa del proceso del trabajo individual de historia de la tecnología.

La elección de temática histórica no es un asunto baladí. Se insiste, por ejemplo, en que aparezcan mujeres como personajes históricos relevantes (discriminación positiva), y se fomenta la creatividad. Otro aspecto planteado es la reflexión sobre la necesidad de cuestionarse la evolución de tecnologías, técnicas y elementos desarrollados por múltiples investigadores y tecnólogos, huyendo del tópico clásico del gran inventor solitario o del invento que emerge como por generación espontánea o mágica (Fig. 2), y haciendo de la tecnoética otro de los ejes de sus trabajos. Esta infografía incluye algunas actividades competenciales (análisis, investigación, reflexión) que debería poder realizar un alumno de secundaria, del nivel escogido. La temática debe asociarse a alguno de los contenidos curriculares del curso correspondiente.



FIGURA 2. Ejemplos de dobles páginas presentadas en el trabajo individual de historia de la ciencia y la tecnología. Sobre mujeres destacadas en la historia de la tecnología (izquierda, autora Antonia Sánchez Vigill) y la evolución de los videojuegos (derecha, autor Marc González Capdevila).

El profesorado de CFDT marca un hilo conductor cronológico, de manera que los trabajos se presentan siguiendo un orden histórico coherente, pero sin rigidez, pues nos saltamos la norma cuando se trata de infografías sobre la evolución histórica de alguna tecnología o técnica. El rol docente es de coordinador del repaso histórico, de hilvanador de contenidos que el alumnado va exponiendo, y de relleno de los vacíos históricos que quedan para, de forma sucinta (por ejemplo mediante presentaciones de tipo PechaKucha), poder mostrar un panorama general, de periodos históricos en los que se sitúan los tópicos destacados por los estudiantes (Ayala-Carcedo, 2001; González *et al.*, 2008).

En la presentación oral se evalúan las competencias comunicativas de los *predocentes*, y se focaliza en la dimensión comunicativa y lingüística de la historia de la tecnología (Beacco, 1988; 2010). Las exposiciones son de diez minutos, más cinco minutos para preguntas y propuestas de mejora que

realizan tanto el docente de CFDT como el resto de la clase. Estas mejoras pueden ser incorporadas a su trabajo, si así lo considera el estudiante, por lo que el trabajo final se presenta, revisado y aumentado, en la plataforma virtual Atenea (*Moodle*) para su evaluación definitiva. Los *predocentes* tienen un foro de participación virtual en el que poder realizar nuevas aportaciones a sus compañeros con posterioridad a la defensa oral.

Por otra parte, cabe destacar la presencia de la historia de la ciencia y la tecnología en otras actividades de la asignatura. En el caso de las salidas, es especialmente relevante la focalización en los aspectos evolutivos de la tecnología en la visita que se realiza a Cosmocaixa (Barcelona), donde se revisa la conexión entre la forma y la función, tanto en la naturaleza como en la tecnología (Waggenberg, 2003). No obstante, quizá el vínculo histórico es más claro en la visita al mNACTEC (Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya, Terrassa), donde desde la arquitectura modernista industrial hasta los procesos involucrados en la fabricación textil del siglo XIX pueden contemplarse en directo, haciendo partícipe al futuro profesorado de secundaria de lo importante de la vivencia de la historia en la educación y de la interacción y el análisis objetual. Porque puede que, como nos ha sucedido a todos, olvidemos buena parte de los contenidos que nos explican nuestros esforzados docentes, pero sin embargo suelen persistir las vivencias y experiencias en nuestra memoria, seguramente por su contenido emocional y su conexión con algunas estructuras neuronales (Phelps, 2004; Medina, 2005).

Discusión

En definitiva, se ha realizado una transición desde el modelo tradicional de clase magistral, en el que el docente de CFDT asumía la mayor parte de la exposición oral de las tres sesiones específicas de historia de la ciencia y la tecnología, hacia un modelo en el que su presencia es de coordinación y apoyo, al ser el alumnado el que va presentando sus trabajos paulatinamente. Porque en esta clase invertida el repaso general a la historia recae sobre el *predocente*, el estudiante de máster que en breve potencialmente hará su tránsito hacia la docencia.

Aunque el trabajo individual de historia de la ciencia y la tecnología es quizá, tanto por su peso en la evaluación como por el número de sesiones invertidas en CFDT, el elemento más importante del curso en esta temática, hay otros menos voluminosos pero muy importantes a la hora de generar la dinámica histórica del curso. La clave es fomentar la reflexión crítica de los *predocentes* sobre qué es la tecnología y qué ha supuesto para la humanidad. Se conecta la definición de tecnología con nuestro pasado evolutivo, o incluso con el futuro de la especie (Carbonell & Sala, 2002) o el posthumanismo (Cortina & Serra, 2015). Eso nos permite reflexionar sobre la presencia de elementos prototecnológicos o pretecnológicos en otras especies (Schumaker *et al.*, 2011), y su conexión con los orígenes y cambios prehistóricos de la tecnología humana.

En las sesiones sobre ciencia, tecnología y sociedad se plantea la relación tecnoética existente entre el alumnado actual de secundaria y la tecnología, incidiendo en la reflexión sobre los usos de la tecnología y sus cambios recientes. Así, por citar un ejemplo, se aprovecha una problemática presente en nuestras aulas, como puede ser el acoso escolar (Salmivalli, 2010), para estudiar la (r)evolución de las tecnologías de comunicación y su relación con dicho problema. El estudio histórico reciente se convierte, en estos casos, no solo en una mirada pasiva a los hechos acaecidos ordenados cronológicamente, sino en una mirada activa, diacrónica, de análisis y síntesis, a su influencia social en el contexto del aula.

Además, la presencia de un porcentaje elevado de preguntas sobre historia en el examen de CDFT obliga, sin duda, al menos a un repaso a los contenidos trabajados en clase. Porque, aunque la diversificación en la evaluación disminuye notablemente el peso del examen en la nota final, la experiencia nos indica que la autoexigencia de los *predocentes* (o quizá la inercia de su experiencia como alumnado tradicional) les conduce a preparar a conciencia la prueba.

Porque, para finalizar, si pretendemos que la historia sea relevante y tenga un peso importante en la formación del profesorado, debemos ser consecuentes con el porcentaje de la evaluación (nota) que supone en cada materia. Porque los *predocentes*, aunque en tránsito, todavía siguen siendo y sintiéndose alumnos y rigiéndose por parámetros pragmáticos.

Agradecimientos

Queremos dar nuestro especial agradecimiento a todos los docentes y alumnos que han pasado por la asignatura de CDFT. Gracias a Maica Sanz por los datos suministrados sobre el máster y a Antonia Sánchez Vigil y a Marc González Capdevila por la cesión de su material gráfico para la figura 2. Este trabajo ha sido apoyado por el Ajuntament de Terrassa, la ayuda 2014SGR 890 (MACDA) de AGAUR (Generalitat de Catalunya) y TIN2014-57226-P de MINECO (Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España).

Referencias bibliográficas

- AYALA-CARCEDO, F. (ed.) (2001), *Historia de la tecnología en España*, Madrid, Valatenea ediciones, Tomo I.
- BEACCO J-C. (1988), *La rhétorique de l'historien. Une analyse linguistique de discours*, Sciences pour la communication, Berna, Peter Lang Editions.
- BEACCO, J-C. (2010), *Items for a description of linguistic competence in the language of schooling necessary for learning/teaching history*, Strasbourg, Council of Europe Editions.
- BECKER, J. D.; HODGE, C. A.; SEPELYAK, M. W. (2010), *Assessing Technology Literacy: The Case for an authentic, Project-Based-Learning approach* [en línea] <http://scholarscompass.vcu.edu/edlp_pubs/3> (último acceso: 10.12.15).
- BERGMANN, J.; SAMS, A. (2012), *Flip Your Classroom: Talk To Every Student In Every Class Every Day*, Washington, ISTE.
- BOADA, M.; GONZÁLEZ, J.; HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, A.; ROIG, F. (2008), *Tecnología 4t ESO*, Barcelona, Editorial Castellnou.
- BUNGE, M. (2013), *Pseudociencia e ideología*, Pamplona, Laetoli.
- CARBONELL, E.; SALA, R. (2002), *Encara no som humans*, Barcelona, Empúries.
- CERVERA, D. (coord.) (2010), *Tecnología. Complementos de formación disciplinar*, Barcelona, Graó.
- CORTINA, A.; SERRA M. A. (coords.) (2015), *¿Humanos o posthumanos? Singularidad tecnológica y mejoramiento humano*, Barcelona, Fragmenta Editorial.
- FECYT (2015), *VII Encuesta de percepción social de la ciencia* [en línea] <http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/NOTAS_PRENDA/2015/Dossier_PSC_2015.pdf> (último acceso: 10.12.15).
- FONT AGUSTÍ, J. (1996), *La enseñanza de la tecnología en la ESO*, Barcelona, Eumo Editorial.
- GONZÁLEZ, M.; AGEA, A.; BALLESTEROS, F.; GARCÍA, M. E.; HERNÁNDEZ, A. (2008), *Ciències pel món contemporani*, Madrid, Pearson Educación.
- GORARD, S. (2012), «Mixed Methods Research in Education: Some Challenges and Possibilities». A: NORWEGIAN EDUCATIONAL RESEARCH COUNCIL (ed.), *Mixed Methods Research in Education*, Oslo, RCN.
- HERNANDEZ-RAMOS, P.; DE LA PAZ, S. (2009), «Learning history in middle school by designing multimedia in a project-based learning experience», *Journal of Research on Technology in Education*, **42**, 2, 151-173.
- KAFAL, Y.; RESNICK, M. (eds.) (1996), *Constructivism in practice: Designing, thinking and learning in a digital world*, Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates.
- MCDONALD, B. (2008), «Assessment for Learning in project-based learning», *The International Journal of Learning*, **14**, 10, 15-27.
- MEDINA, J. (2005), «The biology of memory extinction», *Psychiatric Times*, **22**, 2, 23-25.
- PAPERT, S. (1991), «Situating Construction». A: HAREL, I.; PAPERT, S. (eds.), *Constructionism*, Norwood, Ablex Publishing.
- PHELPS, E. (2004), «Human emotion and memory: interactions of the amigdala and hippocampal complex», *Current Opinion in Neurobiology*, **14**, 198-202.
- SÁBATO, E. (2000), *La resistencia*, Buenos Aires, Seix Barral.
- SALMIVALLI, C. (2010), «Bullying and the peer group: A review», *Aggression and Violent Behavior*, **15**, 112-120.
- SCHUMAKER, R. W.; WALKUP, K. R.; BECK, B. B. (2011), *Animal Tool Behaviour*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- UTIEL, C. (2010), *Las materias de Tecnologías y Tecnología en la Educación Secundaria Obligatoria*. A: CERVERA, D. (coord.), *Tecnología. Complementos de formación disciplinar*, Barcelona, Graó, cap. 1.
- WAGGENSBERG, J. (2003), *La rebelión de las formas*, Barcelona, Tusquets.