



Treball de fi de màster

Títol: Futuro, ética y digitalización: una propuesta de introducción de la tecnoética en la asignatura Tecnología e Ingeniería

Cognoms: Muñoz Cuenca

Nom: Antonio

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Tecnologia

Director/a: Antoni Hernandez Fernandez

Data de lectura: 14/06/2022

Futuro, ética y digitalización: una propuesta de introducción de la tecnoética en la asignatura Tecnología e Ingeniería



Por

Antonio Muñoz Cuenca

Departament de Ciències de la Computació
Universitat Politècnica de Catalunya

Supervisor:

Antoni Hernández Fernández

Trabajo de Final de Máster presentado para obtener el título de
*Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.*

Barcelona, Junio 2022

Este Trabajo de Final de Máster se presenta en la Facultad de Informática de Barcelona(FIB), Universitat Politècnica de Catalunya, en cumplimiento de los requisitos para obtener el título de Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

Esta propuesta didáctica es enteramente mi propio trabajo y, salvo que se indique lo contrario, describe mi propia investigación y diseño de la misma. Por la presente declaro que, excepto cuando se haga referencia específica al trabajo de otros, los de esta propuesta didáctica son originales y no han sido presentados en su totalidad o en parte para su consideración para ningún otro título o calificación en esta u otra universidad. Esta disertación es mi propio trabajo y no contiene nada que sea el resultado del trabajo realizado con otros colaboradores, excepto como se especifica en el texto y Agradecimientos.

Nota previa sobre las referencias bibliográficas del trabajo:

Se ha seguido un estilo APA, tanto para el listado de referencias bibliográficas como para la citación en texto, excepto para el caso de las fuentes en línea y la legislación que han sido referenciadas a pie de página. Para el caso de estas últimas, las mismas no aparecen en la Bibliografía y deben considerarse como citadas a pie de página.

Para las citaciones textuales, en lugar del entrecomillado indicado por las normas APA, se ha hecho uso de las cursivas. Además de la citación textual y directa de una obra, de los títulos de libros y capítulos de libros, se hace uso de las cursivas en el texto para indicar: énfasis del autor de este trabajo de final de máster, el uso de anglicismos; el énfasis de algunos términos citados por las autoras y atores referenciados; los nombres de proyectos y equipos de investigación.

A en Juanjo Pérez i la seva banyera voladora

Abstract

Resumen

El presente Trabajo de Final de Máster plantea una propuesta didáctica en formato digital y de libre acceso. La propuesta está formada por fichas infográficas para el alumnado y materiales complementarios para los docentes. El objetivo de la propuesta es introducir la reflexión tecnoética en los contenidos de la asignatura Tecnología e Ingeniería del Bachillerato de Ciencias y Tecnología.

La propuesta plantea una serie de materiales y estudios de casos para abordar cuatro cuestiones tecnoéticas relevantes para el alumnado de la etapa postobligatoria. Está especialmente pensada y diseñada para el alumnado que tiene la perspectiva de dedicarse a profesiones relacionadas con el ámbito tecnológico y la ingeniería.

Se lleva a cabo una revisión de la literatura en materia de tecnoética, especialmente en lo que atañe a las tecnologías digitales emergentes como la inteligencia artificial y el *deep learning*, aspectos éticos relativos a la cesión de datos personales y la privacidad, los diseños persuasivos y los dilemas éticos suscitados por los metaversos y los avatares. Finalmente, se plantea una propuesta didáctica, justificando su adecuación curricular y se proponen instrumentos de evaluación para la misma.

Palabras clave: Tecnoética, Bachillerato de Ciencias y Tecnología, Tecnologías emergentes, Recursos didácticos.

Resum

El present Treball de Final de Màster planteja una proposta didàctica en format digital i de lliure accés. La proposta està formada per fitxes infogràfiques per a l'alumnat i materials complementaris per als docents. L'objectiu de la proposta és introduir la reflexió tecnoètica en els continguts de l'assignatura Tecnologia i Enginyeria del Batxillerat de Ciències i Tecnologia.

La proposta planteja una sèrie de materials i estudis de casos per a abordar quatre qüestions tecnoètiques rellevants per a l'alumnat de l'etapa postobligatòria. Està especialment pensada i dissenyada per a l'alumnat que té la perspectiva de dedicar-se a professions relacionades amb l'àmbit tecnològic i l'enginyeria.

Es duu a terme una revisió de la literatura en matèria de tecnoètica, especialment en el que concerneix a les tecnologies digitals emergents com la intel·ligència artificial i el deep learning, aspectes ètics relatius a la cessió de dades personals i la privacitat, els dissenys persuasius i els dilemes ètics suscitats pels metaversos i els avatars. Finalment, es planteja una proposta didàctica, justificant la seva adequació curricular i es proposen instruments d'avaluació per a la mateixa.

Paraules clau: Tecnoètica, Batxillerat de Ciències i Tecnologia, Tecnologies emergents, Recursos didàctics.

Abstract

This Master's thesis presents a didactic proposal in digital format and open access. The proposal consists of infographic worksheets for students and complementary materials for teachers. The proposal aims to introduce techno ethics in the contents of the subject Technology and Engineering of the Bachelor's Degree in Science and Technology.

The proposal proposes a series of materials and case studies to address four techno ethical issues relevant to students in the post-compulsory stage. It is specially conceived and designed for students who have the prospect of going into professions related to technology and engineering.

A review of the literature on techno ethics is carried out, especially regarding emerging digital technologies such as artificial intelligence and deep learning, ethical issues relating to personal data and privacy, the use of persuasive designs and the ethical dilemmas raised by metaverses and avatars. Finally, a didactic proposal is proposed, justifying its curricular adaptation, and assessment instruments are proposed.

Keywords: Techno ethics, Bachelor's Degree in Science and Technology, Emerging Technologies, Tecnologías emergentes, Educational Resources.

Índice general

1. Introducción	1
2. La tecnoética en la ESO y en los estudios universitarios	3
3. Tecnoética	7
3.1. Introducción a la tecnoética	7
3.2. Tecnoética y futuro digital	11
3.3. Tecnología digital y ética	17
4. Propuesta didáctica	26
4.1. Marco normativo	26
4.1.1. El marco competencial de la LOMLOE	26
4.1.2. Competencias clave del Bachillerato	28
4.1.3. Competencias específicas de la materia Tecnología e Ingeniería	29
4.1.4. Situaciones de aprendizaje	30
4.2. Descripción de la propuesta	30
4.2.1. Justificación de la propuesta	30
4.2.2. Diseño y descripción del recurso	33
4.2.3. Metodología	37
4.2.4. Programación de las sesiones	40
4.3. Atención a la diversidad	41
4.4. Evaluación	44
5. Conclusiones	46
Bibliografía	49
A. Adecuación curricular	53
B. Propuesta didáctica y materiales complementarios	67

Índice de figuras

A.1. Competencia en comunicación lingüística	54
A.2. Competencia plurilingüe	55
A.3. Competencia STEM	56
A.4. Competencia digital	57
A.5. Competencia personal, social y aprender a aprender	58
A.6. Competencia ciudadana	59
A.7. Competencia emprendedora	60
A.8. Competencia en consciencia y expresión culturales	61
A.9. Relación competencias específicas materia Tecnología e Ingeniería	62
A.10. Criterios de evaluación Tecnología e Ingeniería I	63
A.11. Criterios de evaluación Tecnología e Ingeniería II	64
A.12. Bloques de saberes básicos	65
A.13. Diseño de las situaciones de aprendizaje	66
B.1. Adecuación curricular de la propuesta	68
B.2. Objetivos didácticos	69
B.3. Ficha 01 Inteligencia artificial.	70
B.4. Ficha 02 Privacidad.	71
B.5. Ficha 03 Tecnologías persuasivas.	72
B.6. Ficha 04 Avatares.	73
B.7. Programación Sesión Ficha 01 Inteligencia artificial	74
B.8. Programación Sesión Ficha 02 Privacidad	75
B.9. Programación Sesión Ficha 03 Tecnologías persuasivas	76
B.10. Programación Sesión Ficha 04 Avatares	77
B.11. Rúbrica de evaluación	78

Capítulo 1

Introducción

La tecnoética es una subdisciplina de la ética que plantea cuestiones específicas en relación con las implicaciones éticas de la tecnología, los artefactos tecnológicos y otros subproductos. Analiza cómo las tecnologías, afectan a la evolución de las sociedades y el bienestar de los sujetos o entidades moralmente considerables. La tecnoética no solo se ejerce y tiene importancia en el ámbito académico: sus planteamientos y reflexiones alcanza tanto a diseñadores, productores como consumidores de tecnología. La tecnología ha dotado de un creciente poder a los estados, las instituciones y la ciudadanía, pero también ha dibujado nuevas problemáticas, en clave de dilemas éticos, con un creciente potencial para afectar no solo el bienestar de la humanidad, la naturaleza y a los animales no humanos, sino también al de las generaciones futuras.

El presente trabajo de final de máster tiene tres objetivos principales. En primer lugar, proporcionar a los docentes, que impartan la asignatura *Tecnología e Ingeniería*, un marco teórico sencillo y asequible que les permita abordar y tratar diversas disyuntivas y problemáticas éticas que plantea la tecnología en general y las tecnologías digitales en particular. En segundo lugar, justificar la adecuación curricular de esta perspectiva tecnoética en lo que atañe al nuevo currículum, tal y como viene descrito en el Real Decreto 243/2022¹, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Finalmente, elaborar una propuesta didáctica, desde la perspectiva de la ética y la filosofía de la tecnología, basada en el uso de infografías como recurso didáctico y los estudios de casos como metodología activa.

¹Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado Núm. 82, del 6 de abril de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243/con>

En definitiva, este trabajo de final de máster trata de justificar la introducción de la tecnoética en la educación postobligatoria con la intención, no solo de despertar el interés por la reflexión crítica sobre el alcance, limitaciones y potencial de la tecnología, sino también formular una propuesta didáctica concreta que permita que el alumnado sea consciente de como les puede afectar como consumidores el uso de algunas tecnologías digitales a sus derechos más básicos (la privacidad, la seguridad, la práctica democrática o la identidad personal) y que sean capaces de prever el desarrollo de las futuras tecnologías digitales evaluando el papel que tendrán como productores de las mismas.

En el Capítulo 2 se hará una breve mención de algunos trabajos realizados por otras compañeras que han precedido la presente propuesta. En gran medida se sigue la misma idea de adecuación curricular, además de compartir el mismo marco teórico. También se comentarán algunos casos de universidades técnicas que han incorporado a sus cursos y programas la perspectiva tecnoética. Seguidamente, en el Capítulo 3, se desarrollará una aproximación teórica a la tecnoética tal y como se indica a continuación. En primer lugar, se abordará la definición y antecedentes históricos de la tecnoética. En segundo lugar, se acotará la tecnoética como una subdisciplina de la ética práctica a partir de la revisión de trabajos que han puesto el énfasis en cómo algunas tecnologías plantean disyuntivas morales de suma importancia, no solo para el presente, sino también para las generaciones futuras. Para finalizar el Capítulo 3, se planteará como algunos productos tecnológicos digitales plantean, independientemente de sus posibles ventajas, dilemas éticos para nuestro alumnado relacionado con sus derechos individuales y colectivos. Finalmente, en el Capítulo 4 se desarrollará una propuesta didáctica, curricularmente consistente, justificando la necesidad de integrar la tecnoética en los contenidos de la materia *Tecnología e Ingeniería*.

Capítulo 2

La tecnoética en la ESO y en los estudios universitarios

Este Trabajo de Final de Máster plantea una propuesta de introducción de la tecnoética en la educación postobligatoria, en particular en el currículum de la asignatura *Tecnología e Ingeniería* del Bachillerato de Ciencias y Tecnología. La propuesta presenta recursos didácticos con el objetivo de fomentar entre el alumnado la reflexión ética sobre el alcance de los artefactos tecnológicos desde dos perspectivas. Por un lado, la perspectiva de *usuarios de tecnología* y, por otro lado, la perspectiva de futuros *productores de tecnología*. El alumnado debe comprender cómo afecta el uso que hacen de determinadas tecnologías digitales, a derechos básicos como la privacidad, la seguridad, la práctica democrática, la igualdad o la identidad personal. Por otro, una parte importante de alumnos que cursan un Bachillerato de Ciencias y Tecnología pueden potencialmente desarrollar su carrera profesional en un ámbito relacionado con la producción de tecnología, por lo que deberían ser capaces de prever y evaluar, de la mano de unas mínimas herramientas de reflexión, el impacto que tendrá la tecnología sobre los individuos y la sociedad en su conjunto.

Esta propuesta, por un lado, sigue la estela de anteriores Trabajos de Final de Máster que se han centrado en desarrollar recursos e instrumentos para introducir la tecnoética en la Educación Secundaria Obligatoria, tanto en el primer como segundo ciclo de la misma (Calpe, 2018; Ramírez, 2020; Martínez, 2021). Por otro lado, este trabajo, quiere remarcar la necesidad y urgencia de incorporar contenidos de la ética de la tecnología como forma de fomentar el interés por el bien público y social, para que este interés no solo sea abordado en los estudios de humanidades o ciencias sociales, sino también en los estudios de tecnología, informática, ingenierías y ciencias de datos.

La incorporación de cursos y programas de ética de la tecnología en las carreras técnicas e ingenierías, especialmente ciencia de datos, es cada vez más común en universidades y centros de investigación (Taebi et al., 2019). Es el caso, por ejemplo, de la *Public Interest Technology University Network*¹ que reúne a los 21 centros universitarios más innovadores de Estados Unidos con la misión de combinar la innovación digital y las políticas públicas en pro del interés público. La iniciativa consiste en crear títulos conjuntos interuniversitarios, programas de intercambio y proyectos interdisciplinarios. Otra iniciativa ha sido la de los estudiantes de derecho de la Universidad de Georgetown, quienes se han asociado con ingenieros del Massachusetts Institute of Technology (MIT)² para redactar leyes de privacidad³, o el caso de la Universidad de Harvard, que ha creado un programa integrado de ética a través del cual los especialistas en ética se incorporan a clases de informática para inspirar a los estudiantes a considerar cuestiones fundamentales de ética⁴.

En el MIT, profesores y estudiantes del *Social and Ethical Responsibilities of Computing* (SERC) diseñaron una serie de casos de estudio para ser usados en clases de grado con el objetivo de fomentar la reflexión en torno a cuestiones tecnológicas, sociales, históricas, filosóficas, legales y culturales necesarias para abordar la discusión ético-filosófica sobre la ciencia de datos, la computación y la tecnología digital⁵. Estos casos se usan en varias clases del MIT y son especialmente relevantes tanto para los estudiantes de dichos programas como para los profesionales de la computación y legisladores⁶. También el MIT, conjuntamente con otras universidades como el Max-Planck Gesellschaft o la Exeter University, han creado el proyecto *Moral Machine* con el que se simulan diversos escenarios éticamente conflictivos generados por la intersección de las nuevas tecnologías y la inteligencia artificial, como por ejemplo el *self-driving car*⁷.

¹Ford Foundation. (11 de marzo de 2019). *Higher Education, Philanthropy and public policy sectors unite in new push to develop Public Interest Technology*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://www.fordfoundation.org/news-and-stories/news-and-press/news/higher-education-philanthropy-and-public-policy-sectors-unite-in-new-push-to-develop-public-interest-technology/>

²A partir de ahora se usarán las siglas MIT para referirse a Massachusetts Institute of Technology

³Tech and Society. Georgetown University. (2022). *Public Interest Technology - University Network (PIT-UN)*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://techandsociety.georgetown.edu/pit-un/>

⁴The embedded Ethics. (2022). *About*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://embeddedethics.seas.harvard.edu/about>

⁵PIT Cases. (2022). *About us*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://pitcases.org/about-us/>

⁶Park, T. (2 de marzo de 2021). *Fostering ethical thinking in computing*. MIT. Recuperado el 05/04/2022 de <https://news.mit.edu/2021/fostering-ethical-thinking-computing-0302>

⁷Moral Machine (2022). *Home*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://www.moralmachine.net/>

En Catalunya, la Universitat Pompeu Fabra (UPF) creó el grupo *Fairness, accountability, transparency and ethics* (FATE) que tiene por objeto llevar a cabo lecturas y debates en torno a las preocupaciones sobre el impacto que tienen las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los seres humanos y la sociedad, tanto en términos de beneficios como de riesgos⁸. Además, esta universidad ofrece entre sus materias optativas en el Grado en Ingeniería Matemática y Ciencia de Datos el curso *Equidad, Responsabilidad, Transparencia y Ética en la Informática*⁹. Por su parte, la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), establece en el artículo 146 de sus Estatutos que, al tratarse de una universidad eminentemente tecnológica, la tecnología debe dotarse de una escala humana a través de herramientas e instrumentos con marcos de reflexión necesarios para ello¹⁰. El *Comité de Ética de la UPC*, por ejemplo, explícitamente define en su objetivo la necesidad de analizar rigurosamente y responsablemente la relación entre el humanismo y la tecnología¹¹. Esta misma universidad aprobó tanto el Código de Ética (febrero de 2022) como el código de integridad de la investigación (abril de 2022), propuesto por el recientemente creado Comité de Ética de la UPC¹².

Así, la propuesta didáctica que plantea este trabajo nace con una doble vocación y con una doble proyección temporal. Por un lado, ser una herramienta útil, en términos cortoplacistas, que permita al alumnado conocer las implicaciones éticas del uso de algunas tecnologías y, por otro lado, y ya teniendo en cuenta una escala temporal más a largo plazo, situarlos como futuros productores de artefactos tecnológicos, y consecuentemente, responsables del análisis de riesgos durante el diseño de los mismos.

Esta doble vocación pretende ser consistente con las tendencias actuales en el mundo académico, muy especialmente en las facultades y escuelas técnicas de ingeniería. De esta forma, con la presente propuesta, enmarcada la misma dentro del

⁸Universitat Pompeu Fabra. (2022). *Fairness, accountability, transparency and ethics (FATE) Reading Debate Group*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://www.upf.edu/web/mdm-dtic/fairness-accountability-transparency-and-ethics-fate-reading-debate-group>

⁹Universitat Pompeu Fabra. (2022). *Grau en Enginyeria Matemàtica en Ciència de Dades*. Recuperado el 05/04/2022 de https://www.upf.edu/documents/1656590/3744563/PE_GEMCD16.pdf/58ee1af-7b94-1f29-07ca-e4d8d20e167c

¹⁰Universitat Politècnica de Catalunya. (2022). *Tecnohumanismo*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://www.upc.edu/es/la-upc/la-institucion/tecnohumanismo>

¹¹Universitat Politècnica de Catalunya. (25 de julio de 2020). *Impulso al Comité de Ética de la UPC*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://www.upc.edu/es/sala-de-prensa/noticias/impulso-al-comite-de-etica-de-la-upc>

¹²Universitat Politècnica de Catalunya. (2022). *Comitè d'Ètica de la UPC*. Recuperado el 05/04/2022 de <https://comite-etica.upc.edu/ca>

nuevo marco normativo de Ley Orgánica 3/2020¹³, de 29 de diciembre de 2021, se establece un puente entre las propuestas previas de introducción de la tecnoética en la Educación Secundaria Obligatoria (Calpe, 2018; Ramírez, 2020; Martínez, 2021) y la cada vez más común introducción de la perspectiva ética en el ámbito universitario tal y como se ha citado anteriormente.

¹³Jefatura del Estado. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado Núm. 340, del 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3/con>

Capítulo 3

Tecnoética

3.1. Introducción a la tecnoética

Antes de proceder a describir y justificar la propuesta didáctica, conviene, en primer lugar, definir la naturaleza y alcance la tecnoética. Para tal fin, trataré humildemente de parafrasear el prefacio de la primera edición de *What is this thing called science?* (Chalmers, 1976), no solo en la formulación de la pregunta que da título a su libro, sino también en la sencillez y pragmatismo con la que el autor explica la naturaleza de la ciencia y su metodología. Este apartado no pretende ser más que una simple, clara y elemental introducción a la cuestión de ¿Qué es esa cosa llamada tecnoética? No hay un solo libro o trabajo que pueda dar cuenta de una clara definición de la tecnoética, así como del ámbito y alcance de las problemáticas abordadas por esta subdisciplina de la ética.

Las implicaciones éticas sobre el alcance de la tecnología y los artefactos tecnológicos fueron planteadas originalmente por Bunge (1977) quien alertó sobre cómo las modernas tecnologías y los nuevos objetos tecnológicos han dado lugar a toda una serie de dilemas éticos inexplorados y que el paradigma ético vigente no podía dar respuesta. Se hacía preciso, entonces, dado el enorme potencial de los nuevos artefactos tecnológicos, pensar una nueva ética que incluyera un marco normativo capaz de aproximarse a esas problemáticas (p. 6). Bunge introduce una reflexión sistémica, en términos filosóficos, sobre la tecnoética, especialmente en relación con la ciencia, la sociedad y el impacto que la tecnología puede tener tanto sobre el mundo (de las cosas) como sobre las personas (Bunge, 2019).

Fue Ortega Y Gasset (1939), en su *Meditación de la técnica*, uno de los primeros en abordar tanto la distinción terminológica como los límites entre ciencia, técnica y tecnología. Ortega y Gasset fue capaz de ver la importancia que para la academia deberían tener los conflictos que la técnica produce en las sociedades humanas, nacidos

3.1. INTRODUCCIÓN A LA TECNOÉTICA

paradójicamente de la superabundancia de su propia eficiencia (Ortega y Gasset, 1982, p. 2) y puso en evidencia como tanto los economistas como los ingenieros eran incapaces de afrontar, prever o dimensionar los problemas a los que se enfrentaba el mundo contemporáneo con el aumento exponencial de la técnica. Visionaria fue también la forma en la que hizo hincapié en la importancia que tendrá en el futuro el debate sobre el *sentido, ventajas, daños, y límites de la técnica* (Ortega Y Gasset, 1982, p. 4). El propio, Bunge (2013, p. 39) cuando señala la falta de consenso a la hora de definir la naturaleza y alcance de la tecnología, reconoce como Ortega y Gasset fue un precursor a la hora de distinguir la tecnología *per se*, al margen de la práctica científica o la técnica industrial, y de la importancia histórica de la tecnología.

Bunge, en su obra *Pseudociencia e ideología* (1985), distingue entre la tecnología propiamente dicha (entendida como técnica fundada sobre el desarrollo científico) y la técnica, a la que él califica de *técnica pre científica* (propia de las artes y oficios, como por ejemplo la metalurgia), considera la tecnología como un campo de investigación basado en el diseño de artefactos y la planeación de operaciones con el objetivo de someter a control procesos naturales o controlar o crear estados de cosas, siempre, todos ellos, a partir del conocimiento científico (Bunge, 2013, pp. 40-43).

Bunge (2013, p. 45) define una *familia de tecnologías*, cursivas del propio Mario Bunge, como una endecatupla en la que una comunidad de profesionales (C) trabajan, un dominio propio de la tecnología (T) formado por cosas reales, presentes, pasadas, futuras, artificiales y naturales. Dicha comunidad de profesionales de la tecnología, que a su vez pertenecen a una sociedad (S), poseen en común una visión general de la filosofía de la tecnología (G). Esta filosofía de la tecnología está formada al menos por una gnoseología, una ontología y un *ethos*. Además, esta comunidad (C) de tecnólogos posee unos objetivos en común (O) con relación a una serie de problemáticas (P) propias de la tecnología. Por otro lado, cualquier *familia de tecnologías* tendrá una colección (F) de teorías y métodos lógicos formales y un método formado por procedimientos, así como un conjunto de valores (V) que consisten en *una colección de juicios de valor acerca de cosas o procesos naturales o artificiales, en particular materias primas y productos manufacturados, procesos de trabajo y organizaciones socio técnicas*(Bunge, 2013, p. 45).

De la definición de tecnología descrita por Mario Bunge, él mismo destaca como la tecnología no solo suscita problemas técnicos o sociológicos, sino también filosóficos, y particularmente, dilemas éticos. De ahí la importancia del conjunto

3.1. INTRODUCCIÓN A LA TECNOÉTICA

de juicios de valor (V) tienen en esa endecatupla como exoaxiología de la tecnología, que debe ser diferenciado del conjunto de los juicios de valor internos relativos al proceso de investigación, diseño o prueba, lo que Bunge designa como endoaxiología (Bunge, 2013, pp. 46-48).

Abordar en esta revisión de la literatura la teoría metaética del corpus filosófico bungiano, especialmente las relativas a la axiología y la teoría del valor (Bunge, 1977, 1989, 2005) excede con creces el ámbito y alcance de esta tesis de máster. Ahora bien, quisiera señalar la importancia y relevancia para la Filosofía y Ética de la Tecnología, de la construcción de todo un *corpus* filosófico capaz de abordar el alcance ético y responsabilidad moral de las acciones y producciones de los tecnólogos, ingenieros y tecno científicos. Tal y como señala, Hernández-Fernández (2019a) no ha habido ningún filósofo que haya definido de forma tan sistemática la *res tecnológica*, denunciando cómo muchos filósofos han abandonado la tecnología, logrando a su vez visibilizar *la relevancia, la necesidad y la complejidad de la tecnoética* (pp. 7-8).

Esa complejidad de la tecnoética parte de una premisa errónea relativa a la separación tradicional entre la responsabilidad social, la responsabilidad tradicional y la responsabilidad moral. El tecnólogo es un agente moral cuyas producciones y diseños tienen un alcance ético que lo hace responsable de aquello que produce y debe proveerse de todo un arsenal de teorías y herramientas éticas, puesto que se enfrenta a determinados conflictos de intereses. En ocasiones deberá tomar determinadas decisiones acordes a sus preferencias morales que pueden ser incompatibles con otras teorías del valor o preferencias. Según Bunge todo código moral se reduce a una ordenación de intereses, los códigos morales ordenan valores y los ingenieros deben enfrentarse a esos códigos morales. El tener que elegir entre un curso de acción y otro implicará la necesidad de tener que tomar decisiones morales consistentes con determinados códigos morales que pueden ser incompatibles con los códigos morales de otros grupos de interés (Bunge, 2019, pp. 132-134).

Bunge supo visibilizar la importancia de la ética para el desarrollo de la tecnología. Señaló la necesidad de que el tecnólogo sea consciente que sus diseños no son moralmente inocuos, que además de los códigos deontológicos profesionales, el ingeniero debe conocer que toda acción tiene consecuencias sobre sujetos o entidades con relevancia moral. Dicho reconocimiento pasa necesariamente por asumir que como tecnólogo tendrá que situarse en contextos en los que tendrá que tomar decisiones morales de acuerdo a una determinada teoría del valor.

3.1. INTRODUCCIÓN A LA TECNOÉTICA

Luppicini y Adell editaron el *Handbook of Research on Technoethics* (2008) compilando decenas de contribuciones sobre cuestiones éticas sumamente controvertidas relacionadas con la biotecnología (tecnologías de la clonación y preservación de la vida), la informática (nuevas formas de control a distancia, la privacidad), la nanotecnología, y muchas otras cuestiones en torno a tecnologías emergentes y otros problemas morales suscitados a raíz del desarrollo de la red y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En la primera sección de la citada obra encontramos diversos trabajos sobre los fundamentos teóricos de la tecnoética. En su trabajo *The emerging field of technoethics*, Lupicini explora el desarrollo conceptual y disciplinario de la tecnoética, identificando áreas y problemas clave dentro de este campo con el objetivo de promover el diálogo en torno al uso ético de la tecnología para prevenir el mal uso de la misma. Para ello, el autor ve necesario formular una serie de principios que sean capaces de guiar la tecnología en beneficio, y no en detrimento, de la sociedad (Luppicini, 2008).

Para Echeverría (2010) tanto, las tecnologías de la información y el conocimiento como la biotecnología o la nanotecnología han presentado nuevos desafíos éticos de especial relevancia. Para hacer frente a esos dilemas éticos ha sido necesario la creación de sub disciplinas de la ética como la infoética, la bioética y la nanoética. Echeverría señala como “la emergencia de la tecnociencia ha traído consigo la aparición de un nuevo ámbito de reflexión moral, la tecnoética” (Echeverría, pp.144-145). Además, Echeverría considera que de la misma forma que existen Comités de Bioética, este concepto debería ser extensible a la tecnoética (Comités de Tecnoética) que deberían estar integrados por perfiles profesionales académicamente diversos (p.145). Señalar que Echeverría cita la obra de Mitcham (2005), quien dedica una sección completa a la tecnoética en su *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*, como una de las más importantes en el campo de los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Echeverría, 2010, p. 144).

En la próxima sección se hará una revisión de algunos de los dilemas éticos suscitados por las tecnologías emergentes. Se abordarán diversas perspectivas tecnoéticas sobre el riesgo que algunas tecnologías pueden suponer, no solo para las generaciones presentes, sino también para la seguridad y bienestar de las generaciones futuras.

3.2. Tecnoética y futuro digital

Es muy probable que al finalizar la lectura de este trabajo, incluso tras leer el presente capítulo, todavía habrá quien considere que la tenacidad con la que defendiendo la urgencia de confrontar éticamente al alumnado con dilemas morales suscitados por tecnologías emergentes, algunas de ellas todavía en fase de desarrollo o no comercializadas, no está justificada y responde a cuestiones filosóficas sobre escenarios poco plausibles o que difícilmente vayan a suceder. En esta sección, basándome en los trabajos de Bowles (2018) y Zohny (2021) defenderé la relevancia ética de algunas cuestiones suscitadas por las ya popularizadas tecnologías digitales, sino también la necesidad y urgencia de reflexionar éticamente, desde una perspectiva a largo plazo, sobre los futuros dilemas morales que están planteando las tecnologías emergentes.

En primer lugar, y usando la terminología de Zohny (2021), defenderé una posición *anticipatoria* en lo que respecta a la escala temporal que la ética debería tener en cuenta respecto al desarrollo tecnológico. Ello no significa que no considere necesario seguir haciendo hincapié a las posiciones que Zohny identifica como *presentistas*¹. En segundo lugar, expondré brevemente como el actual ritmo de investigación y desarrollo de las tecnologías digitales, especialmente aquellas que relacionan la inteligencia artificial con la minería de datos y el *big data*, incrementa de forma considerable cuestiones de cariz ético, puesto que hay un desfase entre las posibilidades que genera la tecnología y las oportunidades para desarrollar políticas éticas que regulen el alcance de dichas tecnologías. Finalmente, ilustraré estas cuestiones con algunos ejemplos de acuciantes cuestiones morales generadas por el desarrollo de las tecnologías digitales en los últimos años.

El futuro y la tecnoética

¿Pueden los problemas éticos del futuro ser priorizados en detrimento de las discusiones morales del presente?; ¿Es ético dedicar tiempo y atención a cuestiones morales futuras implausibles dada la incertidumbre propia del futuro?. A partir de estas dos cuestiones Zohny (2021, p.3) plantea los principales argumentos utilizados por los *anticipatorios* y los *presentistas*, a la hora de defender sí deberíamos preocuparnos por los problemas éticos del futuro, como sostienen los primeros, o

¹En su trabajo *Future versus present morality* (2021), Zohny hace una revisión de los diversos argumentos esgrimidos por los presentistas (*presentists*) por un lado, y los anticipatistas (*anticipators*) por otro. En esta sección resumo los principales argumentos defendidos por ambas posiciones.

3.2. TECNOÉTICA Y FUTURO DIGITAL

más bien deberíamos centrarnos en los incontables problemas morales con los que cuenta el tiempo presente, como sostienen los segundos.

Ante la escasez de filósofos morales, en particular de los expertos en ética aplicada y la importancia ética de problemas actuales como la desigualdad, la pobreza, el acceso a los recursos, las migraciones masivas o la pobreza extrema, los presentistas, consideran que centrarse en los impredecibles impactos de la tecnología en un futuro, ya de por sí incierto e irreconocible, es una forma de malgastar recursos. Por su parte, los anticipatorios consideran que los filósofos morales no son una fuente escasa, ya que no cualquiera puede hacer ética, y que aquello que los presentistas consideran problemas éticos son en realidad cuestiones políticas que tienen que ver con la desigualdad, la justicia distributiva o la democracia además de que el dejar fuera de las prioridades de la ética las posibles consecuencias que puedan tener algunos desarrollos tecnológicos futuros puede convertir el futuro en algo mucho peor que el presente.

Zohny (2021, pp.4-6) hace una radiografía de las razones que pueden tener presentistas y anticipatorios para sustentar sus posiciones. Crítica a los expertos en ética práctica por haberse centrado excesivamente en cuestiones como la inteligencia artificial, la edición genética, o la interfaz cerebro-máquina (*brain-machine interface*) en detrimento de cuestiones económicas relativas a la justicia distributiva y, en especial a la forma en que se producen, distribuyen y consumen los bienes, entre los que hay que incluir los artefactos tecnológicos. Zohny (2021) denuncia que existe una gran desproporción entre la producción académica relativa a las preocupaciones éticas respecto a los artefactos tecnológicos y su proyección futura respecto a los estudios y trabajos publicados centrados en cuestiones morales relacionadas con el presente. Zohny (2021) señala dos posibles razones para dicha asimetría que él mismo tilda de asimetría negligente:

1. Las tecnologías futuras pueden incrementar nuestro interés sobre nuestras disposiciones morales, por muy lejanas que sean, mucho más de lo que lo pueden hacer, por ejemplo, enfermedades actuales que son prevenibles

2. Los filósofos morales, especialmente los expertos en ética aplicada, relegan la ética de la economía a los economistas y esto es muy similar relegar la ética de la tecnología emergente a los científicos, historiadores o filósofos de la ciencia.

A todo ello, los *anticipatorios* consideran que los problemas del presente no son, en sentido estricto, cuestiones éticas que deban ser discutidas, sino que más bien son problemas que tienen que ver con la voluntad política y que deben ser solventados por gobiernos e instituciones. Las discusiones éticas de dichos problemas ya

3.2. TECNOÉTICA Y FUTURO DIGITAL

han sido superadas, ahora la cuestión tiene que ver con la falta de voluntad política para implementar políticas orientadas a favorecer, por ejemplo, la distribución de la riqueza. Por otro lado, los *anticipatorios*, justifican la necesidad de centrarse en el futuro puesto que hacerlo repercute positivamente en el presente desde tres puntos de vista (Zohny, 2021, pp. 7-9):

1. La investigación científica es un bien escaso, una forma de no malgastarlo es que si las implicaciones éticas son moralmente relevantes debemos centrarnos en priorizar que los recursos en investigación se centren profundizar en dichas cuestiones futuras. Para ello es necesario contar con una adecuada metodología del tipo asesoramiento del impacto futuro (*future impact assesment*) que ayude a valorar que tan proyectadas en el futuro deben estar esas prioridades².

2. Evaluar la ética desde una perspectiva futurista nos ofrece la posibilidad de reflexionar sobre cuestiones presentes. Al hacernos preguntas sobre situaciones futuras, al ponernos en situación, al adoptar esa perspectiva, para una determinada tecnología, nos vemos obligados a reevaluar la función o idoneidad de las instituciones, las normas o costumbres actuales bajo esos supuestos. Eso puede ser un valioso ejercicio a pesar de que las tecnologías objeto de evaluación nunca se lleguen a materializar.

3. La perspectiva largoplacista. Dada la proyección futura de la humanidad y las especies, y con una tecnología adecuada, es razonable pensar que en un futuro podemos esperar un gran número de generaciones futuras. Desde una posición imparcial, el bienestar de dichas generaciones futuras es, al menos, tan importante como el bienestar de las generaciones presentes. Ahora bien, las expectativas cuasi-exponenciales del crecimiento poblaciones tiene unas implicaciones radicales para el presente puesto que se pone de relieve la cuestión sobre que tanto debemos mejorar nuestro presente, solo para nosotros mismos, o también para aquellos que habitarán este planeta en un futuro no tan lejano. Esta perspectiva a largo plazo justifica una posición anticipatoria que directamente abarca por igual tanto los intereses de generaciones presentes como futuras³.

²Por ejemplo, y con relación a esta cuestión, Brey (2012) plantea un enfoque ético para el estudio de las tecnologías emergentes, *Anticipatory Technology Ethics* (ATE), centrado en el estudio de los dilemas éticos suscitados por las tecnologías emergentes durante la etapa de investigación y desarrollo e introducción temprana de la tecnología. El enfoque de Brey analiza la posible anticipación de las consecuencias morales y éticas de dispositivos, aplicaciones y plantea una metodología sólida basada en estudios de futuro capaces de abordar la incertidumbre que generan las nuevas tecnologías. A este respecto también puede consultarse Palm and Hansson, *The Case for Ethical Technology Assessment* (ETA) (2006).

³Para más detalles sobre las posiciones largoplacistas puede consultarse Greaves and MacAskill, *The case for strong longtermism* (2019). Con relación a la ética intergeneracional, entre otras obras,

3.2. TECNOÉTICA Y FUTURO DIGITAL

Finalmente, Zohny (2021) enfatiza su crítica del presentismo, sobre todo en el punto 1 anteriormente citado, en lo que atañe a la implausibilidad de algunas visiones sobre el futuro, como por ejemplo, tal y como veremos en el siguiente apartado, la escepticismo sobre el potencial desarrollo de la inteligencia artificial general (*strong artificial intelligence*). Respecto a esto último, Zohny cuestionaría: ¿deben los filósofos morales centrarse en tecnologías que es muy poco probable que acaben sucediendo? ¿Cuánto tiempo debemos dedicar a las implicaciones de cosas o tecnologías que es poco probable que sucedan?. Para Zohny (2021, pp. 10-11) claramente, todos esos esfuerzos deberían centrarse en los problemas del presente. Además, insiste en el hecho de que los anticipadores han fallado a la hora de formular o adoptar un marco para evaluar lo que constituye una visión de futuro plausible.

El crecimiento exponencial de la tecnología digital, una emergencia ética

Bowles (2018) en *Future Ethics* plantea un trabajo a modo de manual de usuario orientado a ingenieros y profesionales de la tecnología con el objetivo de que tengan una guía sobre como pensar éticamente, así como detectar cuestiones éticas o resolver dilemas morales relacionados con los artefactos tecnológicos. El creciente desarrollo de la ingeniería de datos y los algoritmos ha dado lugar a nuevos problemas éticos. Para Bowles (2018), en realidad, no se trata de nuevos dilemas éticos, sino que más bien son las mismas cuestiones morales de hace siglos, pero que han tomado una nueva forma en sus manifestaciones digitales, asumiendo una nueva, e incommensurable, dimensión en las esferas sociales económicas y políticas contemporáneas. Esas cuestiones éticas, generadas por las nuevas capacidades del software, la inteligencia artificial, los algoritmos, la minería de datos, etc. precisan de respuestas y soluciones sociales, políticas y legislativas.

Bowles (2018) señala acertadamente como los diseñadores de software pueden no ser conscientes, por norma general, de las implicaciones éticas de las elecciones que llevan a cabo durante sus diseños. Dichas elecciones pueden tener importantes ramificaciones, en términos éticos, comparables a las consecuencias generadas a raíz de la invención de la bomba atómica (2018, p. viii). Pensar filosóficamente sobre las ramificaciones éticas de los desarrollos tecnológicos, ya sean recientes o en proceso de innovación, pueden ayudarnos a distinguir entre desarrollos por los que debemos alegrarnos de aquellos otros que deberían preocuparnos. Los descubrimientos e innovaciones seguirán sucediendo, y paralelamente a ellos nuevos

Gardiner, *The Oxford Handbook of Intergenerational Ethics* (2021).

3.2. TECNOÉTICA Y FUTURO DIGITAL

dilemas morales van a ir apareciendo, pero tenemos el poder de esculpir el futuro, mientras antes lo hagamos más maleable nos resultará (Edmonds, 2021b, pp. v-vi).

Tal y como señala Luppicini (2008), siguiendo la tesis de Moor (2005, p. 117), es inevitable que la tecnología, dado lo precipitado de su desarrollo, vaya a generar un aumento exponencial de los problemas éticos. Esto último nos lleva a una yuxtaposición entre el crecimiento tecnológico y las demandas éticas de las producciones tecnológicas y se debe, por un lado, al número cada vez mayor de personas que se ven afectadas por la tecnología y, por otro lado, al hecho de que las tecnologías emergentes brindan novedosas oportunidades de acción para que las que todavía no se han desarrollado políticas éticas.

Todavía muchos tecnólogos siguen defendiendo que la tecnología es moralmente neutral, pero la evidencia contra esta idea está adquiriendo unas proporciones desmesuradas y los pensadores digitales están enfrentándose a toda esa serie de nuevos dilemas morales. Se necesitan principios útiles más que nunca, puesto a medida que los artefactos maduran van mostrando cada vez más capacidades que eran inimaginables e impredecibles y además lo hacen prácticamente de forma exponencial (Cooper, 2018, pp. vi-x).

Tratar de explorar el alcance y profundidad de las relaciones entre la ética, la tecnología y la sociedad, presente o futura, precisa de un espacio y una investigación, método y reflexión, que excede el objeto y alcance de este trabajo de final de máster. Ello no significa que no sea necesario revisar, aunque sea a modo de escueto resumen, las diversas formas en que se ha abordado la relación entre tecnología, tecnociencia y ética. Estos trabajos van desde las discusiones éticas sobre el diseño, construcción y justificaciones sobre el uso y peligros del armamento nuclear (Kavka, 1987; Bunge, 2019, p. 135; Ord, 2020, pp. 90-101) hasta las disertaciones morales sobre los escenarios más inverosímiles, distópicos o improbablemente implausibles, pero no por ello menos interesantes y necesarias.

En la vertiente más anticipatoria de la ética, autores como Bostrom (2009, 2014, 2017) y Ord (2020, pp.138-152) han analizado los riesgos existenciales de una superinteligencia artificial. Coeckelbergh (2020, p.3) por su parte, señala que lejos de ser una visión poco plausible, como argumentarían los presentistas, la inteligencia artificial es real y su impacto impregna gran cantidad de áreas de nuestro día a día de una forma invisible, tanto a nivel personal en nuestros dispositivos móviles como con respecto a los complejos sistemas tecnológicos. La gran disponibilidad de datos gracias al *big data*, sumado al incontable número de teléfonos inteligentes, el ancho de banda y velocidad de las actuales redes de comunicación, ha permitido

3.2. TECNOÉTICA Y FUTURO DIGITAL

que la inteligencia artificial haga un gran progreso en nuestras vidas, sobre todo en su vertiente *machine learning*, permitiendo que los algoritmos formen parte de nuestras vidas en muchos ámbitos y dominios: toma de decisiones, reconocimiento facial, planificación, aplicaciones en transportes, marketing, medicina, finanzas, seguros, seguridad, medicina, educación, entretenimiento, etc.

Otros dilemas anticipatorios dibujan escenarios distópicos y próximos a la ciencia ficción: las remotas posibilidades de que a partir de la nanotecnología y la biotecnología avanzada puedan crearse diminutas máquinas auto replicantes capaces de originar una catástrofe ecológica o el riesgo de padecer una infección o contaminación a raíz de la importación de materiales o microorganismos (*back contamination*) como resultado de exploraciones interplanetarias (Ord, 2020, pp.155-161); la reformulación del ya clásico experimento mental de Philippa Foot (1967), *The Trolley Problem*, aplicado a los no ya tan lejanos *self-driving cars* (Edmonds, 2021a); los peligros de desarrollar dispositivos neurotecnológicos capaces de leer la mente (Rainey, 2021); el potencial de la neurocirujía invasiva con el potencial de alterar nuestra personalidad a partir de la neuroestimulación, poniendo sobre la mesa del debate ético sobre la naturaleza del yo y la identidad personal (Pugh, 2021) o sobre aspectos en torno a la identidad y la naturaleza de lo humano planteadas por el transhumanismo (Sorgner, 2021), la identidad cyborg (Hernández-Fernández, 2019a, pp. 152-155) o el posthumanismo (Sandberg, 2021).

Para Coeckelbergh (2020, pp. 16-21), cuando habla en particular de la, para algunos, ya poco plausible e improbable inteligencia artificial generalista (Boden, 2016), aporta una reflexión que puede ser extensible a otras tecnologías o *proto* tecnologías emergentes y es el hecho de que muchas de las ideas sostenidas por los anticipatorios han calado en la literatura y la investigación porque dichas ideas conectan de forma muy clara con ciertas narrativas sobre la relación entre máquinas y humanos que están muy presentes en nuestro imaginario colectivo tanto en oriente como en occidente (por ejemplo el mito de Frankenstein).

Los temores que algunas nuevas tecnologías emergentes (nanobiotecnología, robótica, inteligencia artificial generalista) pueden arrojar sobre la supuesta seguridad existencial de los humanos tienen más que ver con las narrativas de las que habla Coeckleberg (2020, pp. 16-17) que con evidencias concretas. Si bien hay que reconocer lo poco plausible de algunos de los escenarios descritos, eso no es razón suficiente ni para apartarlas de la discusión ética sobre los límites y alcance de la tecnología ni para descartarlos pedagógicamente. Tal y como señala (Hernández-Fernández, 2017, p.162) la ciencia ficción es un formato válido para incorporar la

tecnológica en las aulas, como por ejemplo con el visionado de series de televisión como *Black Mirror*. En el capítulo 1 de la tercera temporada, *Nosedive*, Charlie Brooker, guionista de la serie, dibuja un escenario distópico en el que las personas, a partir de las valoraciones que reciben a través de sus redes sociales, pasan a formar parte de un ranking que puede ofrecerles tanto privilegios como restricciones sociales en función de las valoraciones que reciben. *Nosedive*, más que una distopía, estaba relatándonos la implementación del crédito social que se iba a llevar en China, pocos meses después.

La implausibilidad de determinados debates filosóficos sobre la tecnología, puede cambiar de la noche a la mañana si tenemos en cuenta que la velocidad a la que se desarrolla la tecnología convierte lo distópico en real en un abrir y cerrar de ojos. A lo largo de este trabajo se hace un gran esfuerzo en acotar y delimitar, las potenciales discusiones éticas que pueden ser introducidas en las aulas y que las mismas sean consistentes, no solo con los hechos, sino que trate problemáticas cercanas al alumnado de tal forma que las sientan como situaciones y contextos que les afectan directamente.

En la siguiente sección, desde una perspectiva más presentista, se justificará la importancia que puede tener para el alumnado de bachillerato, lo que considero son cuatro de las cuestiones tecnológicas contemporáneas que deben ser en las aulas y, como bien he señalado, especialmente en la docencia de la tecnología.

3.3. Tecnología digital y ética

Hernández-Fernández (2019b) analiza los diversos frentes abiertos por la filosofía de la tecnología en el mundo digital. Incide en el hecho de que el mundo virtual es un nuevo espacio de experiencias sociales y existenciales que, a pesar de su artificialidad, no deja de estar exento de las problemáticas éticas (inconclusas en muchas ocasiones) del mundo *offline*. Además, también señala como las regulaciones legislativas, algunas de ellas también no resueltas en el mundo no virtual, o bien llegan tarde o bien no han sido todavía planteadas sus homónimas en el mundo virtual.

La escala del fenómeno virtual no es solo global, es un fenómeno a gran escala, también por las cifras en número de usuarios, cantidad de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tablets, portátiles), por la rapidez en el incremento del ancho de banda de la red y la velocidad de la misma y la diversidad de contenidos

3.3. TECNOLOGÍA DIGITAL Y ÉTICA

disponibles. Como bien señala [Hernández-Fernández \(2019b, p. 156\)](#) nuestra relación con la red es crónica, nos conectamos a través de ordenadores y dispositivos móviles a la red para: disfrutar de ocio, trabajar o estudiar, socializar y jugar.

[Hernández-Fernández \(2019b, p. 157\)](#) comenta como en gran medida nuestra relación con lo virtual se efectúa a través de las redes sociales, los servicios de mensajería y los videojuegos⁴, arrojando esta constante relación con las redes sociales, cuestiones éticas relevantes como el ciberacoso, la manipulación de los procesos electorales, la coordinación de terroristas o difundir pornografía infantil. Por otro lado, la gratuidad de las redes sociales no es tal y en el fondo llevan asociadas un alto precio para los usuarios, consistente en la cesión de sus datos y fomentando a través de las *cookies* o los anuncios persuasivos supuestamente personalizados. Todo esto plantea la cuestión sobre el derecho a la accesibilidad a cambio de la intimidad, pero como bien ha desarrollado de forma brillante [Carissa Véliz \(2020\)](#), esa intimidad es solo un espejismo y el consentimiento en la cesión de nuestros datos personales es un contrato quebrantado por las prácticas de los mercaderes de datos (*data vultures*).

Siguiendo el énfasis que [Hernández-Fernández \(2019b\)](#) pone a lo largo del epílogo *Cap a l'educació tecnològica al segle XXI*⁵ del libro *Filosofia de la Tecnologia* ([Bunge, 2019](#)), y la importancia de abordar en el aula problemáticas próximas al alumnado, a continuación se describen brevemente cuatro contextos tecnoéticos generados por las nuevas tecnologías digitales.

⁴Sería necesario incluir entre esas actividades las relacionadas con el consumo de material pornográfico que dadas las estadísticas no se trata de un caso marginal. De acuerdo con los sitios web Tech Addiction y On line Schools, solo en los Estados Unidos de América el 12% de las páginas web son de contenido pornográfico, aproximadamente unos 2,5 billones (anglosajones) de correos electrónicos son pornográficos, el 25% de las búsquedas en la red están relacionadas con la pornografía y el 35% de las descargas son vídeos y fotografías de contenido pornográfico. <http://www.techaddiction.ca/files/porn-addiction-statistics.jpg>

⁵[Hernández-Fernández \(2019b\)](#), detalla diversas cuestiones y dilemas éticos que tienen una especial relevancia para el alumnado. Desde el posible desarrollo de adicción a las pantallas hasta cuestiones más ético-normativas como la pasividad y agencialidad moral de las máquinas o la inteligencia artificial. Otros dilemas y riesgos asociados a las tecnologías emergentes en los que [Hernández-Fernández](#) pone énfasis son: el ciberacoso, la responsabilidad ante los errores ocasionados por una máquina o robots, los sesgos asociados al uso de algoritmos como forma de predecir el comportamiento o el creciente control social a través de diseños como el reconocimiento facial o la trazabilidad de nuestra geolocalización ([Hernández-Fernández, 2019b, pp.156-173](#)).

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial⁶, especialmente el *machine learning*, ha experimentado un desarrollo sin precedentes en los últimos años gracias a la conjunción de la disponibilidad de datos, los millones de *smartphones* disponibles, y las cada vez más rápidas redes de comunicación. La inteligencia artificial tiene ya infinitas aplicaciones en diversos dominios y campos: transporte, marketing, salud, finanzas, seguros, seguridad y militarización, ciencia, educación, asistentes personales, música y arte, agricultura y manufactura. Dichas aplicaciones, para cada uno de esos campos, genera una serie de cuestiones ético-filosóficas, políticas y legislativas (Coeckelbergh, 2020, p.3)

De acuerdo con Coeckelbergh (2020, p.7) las intenciones que puede haber tras, las diversas aplicaciones de la inteligencia artificial pueden ser buenas, pero la mayor parte de estas preocupaciones éticas son, por norma general, consecuencias no deseadas y no intencionadas de la tecnología que en el fondo poseen unas profundas implicaciones pragmáticas. A la hora de reflexionar sobre esto último debemos plantearnos algunas cuestiones.

¿A quién beneficia una determinada aplicación de la inteligencia artificial? Por ejemplo, el caso del algoritmo COMPAS⁷, usado para asesorar a los jueces en la toma de decisiones en las cortes en Estados Unidos. ¿Para quién es bueno o útil el algoritmo? ¿Para los jueces o para los acusados? ¿Supone una ventaja para los gobiernos, ya que pueden acelerar las decisiones judiciales y de esa forma descongestionar el sistema judicial? O ¿Es bueno para la ciudadanía porque ayuda a decidir con poco margen de error quienes deben gozar o no de una libertad condicional o bajo fianza y, de esa forma, que las calles de sus ciudades sean más seguras? (Coeckelbergh, 2020, p.6).

Por otro lado, Coeckelbergh (2020, p.7) arroja algunas cuestiones sobre las dinámicas de poder y de control de tecnologías. Dado que estas tecnologías se encuentran

⁶Se usa el término inteligencia artificial de forma general para referirnos a todo un conjunto de técnicas. Para ser más preciso y fiel, debería distinguirse entre inteligencia artificial (*narrow artificial intelligence* y *broad artificial intelligence*), *machine learning*, *deep machine learning*, inteligencia artificial aumentada o redes neuronales artificiales (Angulo and Véliz, 2022, pp. 23-28). Sobre esta misma cuestión se puede consultar Kavlakoglu, Eda. (25/05/2020). *AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What's the Difference?*. Recuperado el 21/05/2022 de <https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>

⁷Hao, Karen. (11/11/2021). *Caso práctico: probamos por qué un algoritmo judicial justo es imposible*. MIT Technology Review. Recuperado el 21/04/2022 de <https://www.technologyreview.es/s/13800/caso-practico-probamos-por-que-un-algoritmo-judicial-justo-es-imposible>

3.3. TECNOLOGÍA DIGITAL Y ÉTICA

en manos de algunas pocas macro corporaciones, esto plantea dos problemáticas. Por un lado, el impacto que una tecnología que está en manos de pocos puede tener en un gran número de personas (tanto sus beneficios como inconvenientes). Por otro lado, cuestiones relacionadas con el libre acceso y disponibilidad de dicha tecnología, y las formas en que esta tecnología pueda tener una relevancia social y política significativa para toda la humanidad⁸.

Cesión de datos y privacidad

Véliz en su libro *Privacy is Power* (2020), hace un análisis de lo que denomina *economía de datos*⁹. La filósofa hispano-mexicana lleva a cabo un análisis histórico de como ha ido surgiendo, desarrollándose y consolidándose el capitalismo de datos (Véliz, 2022, pp.27-46; Angulo y Véliz, 2022, pp.29-32).

Véliz (2020, pp.1-5) además, detalla las consecuencias que está teniendo la minería de datos sobre derechos que afectan a nuestra privacidad. Para Véliz, quien pone un especial énfasis en la privacidad individual como un derecho que debemos salvaguardar, reclamar dicha privacidad, es la única forma que tenemos de retomar el control de nuestras vidas y nuestras sociedades. Esto solo es posible si: a) somos capaces de detener la exportación del modelo de la economía de datos hacia todas las instituciones en nuestra sociedad, b) si recuperamos nuestra autonomía como individuos y logramos arrebatarnos a los *buitres de los datos* el poder que tienen sobre nuestros datos personales. Nuestros datos, sean de tipo que sean, se usan para desinformarnos, para ser vendidos a bancos y compañías de seguros para que puedan elaborar sus rankings de riesgo crediticio, son cedidos a gobiernos para realizar espía masiva como sucedió el 11 de septiembre o se venden a compañías y comercios para que traten de vendernos productos que no nos interesan realmente.

Nuestros dispositivos móviles y *gadgets* están diseñados y programados para ser auténticos espías en nuestros bolsillos (Angulo y Véliz, 2022, pp. 49-52). Nuestros teléfonos inteligentes informan a través de nuestras aplicaciones a diversos corporativos, e incluso a las compañías telefónicas, sobre todo aquello que hacemos: nuestros hábitos de sueño, con quien dormimos; en caso de que también

⁸Es el caso del proyecto auspiciado por Elon Musk. Open IA tiene como misión garantizar que una inteligencia artificial de tipo generalista, segura y beneficiosa, que sea capaz de repercutir positivamente en toda la humanidad. OpenAI. (2022) *About OpenAI*. OpenAI. Recuperado el 30/05/2022 de <https://openai.com/about/>

⁹Carissa Véliz usa indistintamente *economía de datos* como sinónimo de *capitalismo de datos*, *capitalismo de vigilancia* o *sociedad de vigilancia*

3.3. TECNOLOGÍA DIGITAL Y ÉTICA

usemos un *smart watch* estamos dando información biométrica y fisiológica sobre nosotros; cientos de cámaras van ocupando día a día la vía pública, muchas de ellas con tecnología de reconocimiento facial; en ocasiones nuestras parejas y cónyuges tienen acceso a nuestros *smart meters*; nuestras *smart TV*, a través de tecnologías del tipo reconocimiento automático de contenido (ACR *Automatic Content Recognition*), identifican todo aquello que vemos o dejamos de ver; si no fuera suficiente, algunos televisores disponen de funciones *audio becacon*, una especie de *cookies* sonoras que permiten a los negocios trazar tu ubicación a través de los diversos dispositivos que poseemos y usar dicha información con fines persuasivos. La lista de tecnologías y funciones dedicadas a minar datos crece y se hace interminable a medida que incorporamos nuevos dispositivos (asistentes personales como Alexa, aplicaciones y ordenadores de a bordo en nuestros vehículos, correo electrónico y entornos virtuales de trabajo (Véliz, 2020, pp.7-17).

Para Véliz, tanto por la cantidad como por la relevancia de los datos que estamos cediendo (ya sea con o sin consentimiento) es equiparable a ir repartiendo copias de las llaves de nuestra propia casa:

Imagine having a mater key for your life. A key password that grants you access to the front door of your home, your bedroom, your diary, your computer, your phone, your car, your safe deposit, your health records. Would you go around making copies of that key and giving them out to strangers? Probably not. So why are you willing to give up your personal data to pretty much anyone who asks for it? (Véliz, 2020, p. 47)

La privacidad importa en tanto que la falta de privacidad da a otros más poder sobre nosotros. Nuestra privacidad es una fuente de poder: tenemos preferencias electorales y ejercemos nuestro derecho democrático al voto de forma libre y secreta, poder ser influenciados o persuadidos por pseudo propaganda electoral en forma de anuncios persuasivos o anuncios dirigidos a través de nuestras redes sociales, como ya demostró el caso Cambridge Analytica¹⁰, no garantiza la práctica democrática con autonomía y libertad. Por ejemplo, Google o Facebook aprovechan nuestros datos y los mantienen con el objetivo de vender el poder que tienen de influir nuestros hábitos y conductas. Existe una relación directa entre el poder y la privacidad, y esa relación es la que está determinando la forma en que las

¹⁰The Guardian (2022). *The Cambridge Analytica Files*. Recuperado el 21/04/2022 de <https://www.theguardian.com/news/series/cambridge-analytica-files>

instituciones, gobiernos y corporativos transforman el poder en la era digital e influyen, a partir de modelos predictivos, diseños y anuncios persuasivos en nuestra conducta y hábitos. (Véliz, 2020, pp. 47-55).

Tecnologías persuasivas

Se conoce como tecnología persuasiva, en un sentido amplio, a aquellas tecnologías que están diseñadas y orientadas a cambiar hábitos, comportamientos, conductas y actitudes de los usuarios. Las tecnologías persuasivas consiguen dicho objetivo a partir de la influencia social, la persuasión e incluso la coerción. En un sentido más específico, las tecnologías persuasivas se centran en el ámbito de la experiencia on line, aplicaciones, videojuegos y dispositivos móviles diversos (Fogg, 2002).

Lo que se conoce como diseños persuasivos están basados en la teoría sobre el comportamiento de B.J Fogg, *The Fogg Behavior Model* (Fogg, 2009). Fogg es fundador del actual *The Stanford Behavior Design Lab*¹¹, en la Universidad de Stanford, dedicado a *estudiar los factores que afectan al comportamiento humano y como orientar este hacia soluciones prácticas que hagan que las personas sean más felices y saludables*, desarrollando lo que el propio laboratorio designa como *Diseño de comportamiento*¹².

Para el *Center for Humane Society* las tecnologías persuasivas tienen como objetivo captar la atención de los usuarios de forma que los mismos sigan usando las aplicaciones y páginas web de forma sostenida y constante. Para conseguir dicha atención se usan técnicas persuasivas como notificaciones, señales, personalización del feed y los timelines entre otros diseño. El tiempo que las compañías consiguen que los usuarios sigan conectados es muy valioso, ya que les da una oportunidad para monitorear y analizar el comportamiento de los mismos. Plataformas como Facebook, Twitter, Instagram, Snapchat y TikTok se basan en persuasión. Estas compañías y *start ups* diseñan sus aplicaciones teniendo en cuenta factores de tipo psicológico y cognitivo-evolutivo como la motivación¹³ o los estímulos¹⁴, con

¹¹Originalmente conocido como *Stanford Persuasive Technology Lab and Stanford Captology Lab*

¹²Behavior Design Lab (2022). *About us*. Standford Behavior Design Lab Recuperado el 29/05/2022 de <https://behaviordesign.stanford.edu/about-us>

¹³Una motivación puede ser nuestro deseo de conexión social o satisfacer una curiosidad.

¹⁴Los estímulos en este caso serían por ejemplo las notificaciones flotantes, los sonidos que nos alertan que hemos recibido un mensaje o nos han mencionado o etiquetado, uso de determinados colores o diseños como el *infinite scroll*.

3.3. TECNOLOGÍA DIGITAL Y ÉTICA

el objetivo de persuadirlo para que los usuarios pasen más tiempo haciendo clic, desplazándose, navegando o visualizando contenido en bucle¹⁵.

Para Tristan Harris, presidente y cofundador de *Center for Humane Society*, hay una diferencia fundamental entre aquellas tecnologías que estamos usando de forma autónoma respecto de aquellas tecnologías que tienen un gran impacto en nuestra vida y en nuestras elecciones y que escapan a nuestro libre albedrío:

*If something is a tool, it genuinely is just sitting there, waiting patiently. If something is not a tool, it's demanding things from you. It's seducing you. It's manipulating you. It wants things from you. And we've moved away from having a tools-based technology environment to an addiction- and manipulation-based technology environment. That's what's changed. Social media isn't a tool that's just waiting to be used. It has its own goals, and it has its own means of pursuing them by using your psychology against you.*¹⁶

Las aplicaciones de redes sociales, gracias al potencial de las técnicas persuasivas, fomentan la distracción y provocan un cambio de los intereses hacia los que se enfoca nuestra atención. Las redes sociales y las aplicaciones consiguen modificar nuestro comportamiento, influir en lo que pensamos, cómo nos sentimos e incluso en como nos entendemos a nosotros mismos. El mayor potencial de las tecnologías persuasivas es que pueden fomentar las compulsiones y adicciones, o bien influir en lo que pensamos, incluso lo que pensamos sobre nuestros propios cuerpos¹⁷.

Avatares

Una de las aplicaciones de las tecnologías emergentes menos estudiadas y popularizadas son los metaversos y los avatares. Puede entenderse un metaverso como un entorno virtual en el que es posible interactuar e intercambiar experiencias usando un avatar como vehículo para habitar el metaverso¹⁸. Los metaversos se están convirtiendo en la prioridad de empresas como Facebook, que entiende

¹⁵Center for Humane Technology (17/08/2021). *What is persuasive technology?* Recuperado el 21/04/2022 de <https://www.humanetech.com/youth/persuasive-technologyquestion-1>

¹⁶Orlowski, J. (Director). (2020). *The Social Dilemma* [Película]. Exposure Labs; Argent Pictures; The Space Program.

¹⁷Center for Humane Technology (17/08/2021). *What harms are caused by persuasive technology?* Recuperado el 21/04/2022 de <https://www.humanetech.com/youth/persuasive-technologyquestion-4>

¹⁸BBC News Mundo (12/11/2021). *Qué es el metaverso y cuáles son las dudas que genera este mundo "gemelo" digital — BBC Mundo* [Vídeo]. Youtube. Recuperado el 30/05/2022 de <https://www.youtube.com/watch?v=XIJwITC2DeU>

3.3. TECNOLOGÍA DIGITAL Y ÉTICA

el metaverso como un espacio tridimensional que permitirá llevar a cabo todas las vertientes de la vida humana: socializar, aprender, jugar, trabajar¹⁹.

Para poder habitar el metaverso es necesario hacerlo en forma de avatar, si bien existen diversas definiciones de *avatar*, en términos generales, se trata de la representación virtual de una persona. Es decir, se trata de un personaje virtual que representa a una persona real en el mundo *on line* (entiéndase el metaverso). Tradicionalmente, los avatares se han usado en videojuegos, comunidades en línea como Second Life e incluso como forma de identidad en foros webs. Dependiendo de la plataforma, los avatares pueden diseñarse con diversos atributos y funciones²⁰.

Slater et al. (2020) a partir de los trabajos de Wassom (2014) y Madary y Metzinger (2016), elaboran un breve catálogo de posibles problemáticas asociadas al mundo virtual, el uso de avatares y la realidad aumentada:

a) Los posibles cambios emocionales, conductuales y cognitivos que pueda provocar la encarnación virtual en avatares.

b) Dificultades para salir de realidad virtual tras largos periodos, experimentando aspectos positivos que para algunos sujetos puede tener habitar el mundo virtual. Esto puede desembocar en la priorización del mundo virtual sobre el real.

c) Cuestiones relacionadas con la responsabilidad legal y ética por acciones llevadas a cabo virtualmente.

d) Este tipo de tecnología es muy persuasiva, este potencial puede usarse con fines mal intencionados.

e) Cuestiones relacionadas con la adquisición, el uso y el intercambio de datos personales con terceros.

f) La violencia virtual y la pornografía. Se tratará de contenidos que serán fácilmente disponibles. Cabría esperar consecuencias sociales al respecto.

Otra de las aplicaciones de la inteligencia artificial y el *deep learning* con posibles consecuencias negativas, y que podrían considerarse una forma de avatares, son los *deepfakes*. Los *deepfakes* (del inglés *deep learning* y *fake*) son materiales digitales sintéticos en los que una persona en un vídeo se substituye por otra persona. Los *deepfakes* se basan en técnicas de *machine learning* e inteligencia artificial con el objetivo de crear contenido audiovisual con fines de engaño y desinformación. Tom Cruise o el presidente de Ucrania, Volodímir Zelenski han sido víctimas de esta

¹⁹Meta (2022). *Meta*. Recuperado el 30/05/2022 de <https://about.facebook.com/meta/>

²⁰Christensson, P. (27/04/2009). *Avatar Definition*. Recuperado el 31/05/2022 de <https://techterms.com>

3.3. TECNOLOGÍA DIGITAL Y ÉTICA

forma de desinformación. En 2018, BuzzFeed y Monkeypaw Productions, crearon y produjeron un *deepfake* de Barack Obama con el propósito de alertar sobre los peligros y poder de los deepfakes²¹.

A continuación, en el Capítulo 4, se describirá la propuesta didáctica diseñada y se justificará la adecuación curricular de la misma. Tal y como se podrá observar, el diseño de los diversos recursos y materiales complementarios, tanto para el profesorado como para el alumnado, se centra en estas cuatro tecnologías emergentes anteriormente descritas.

²¹BuzzFeedVideo (17/04/2018). *You Won't Believe What Obama Says In This Video!* [Vídeo]. Youtube. Recuperado el 31/05/2022 de <https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0>

Capítulo 4

Propuesta didáctica

En el presente capítulo describiré y desarrollaré la propuesta didáctica objeto del presente Trabajo de Final de Máster. En primer lugar, me centraré en la adecuación curricular de la propuesta. Para ello señalaré los aspectos más relevantes de la nueva Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre de 2021, que modifica la antigua Ley Orgánica de Educación 2/2006, del 3 de mayo de 2006. En segundo lugar, expondré la nueva ordenación del bachillerato en lo que atañe a las competencias clave de la etapa y las competencias específicas de la materia de Tecnología e Ingeniería, tal y como vienen recogidas en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, que establece la ordenación de las enseñanzas mínimas del Bachillerato. En tercer lugar, describiré el diseño de la propuesta didáctica y su metodología. Finalmente, abordaré las cuestiones relativas a la atención de la diversidad y la evaluación de la propuesta didáctica planteada.

4.1. Marco normativo

4.1.1. El marco competencial de la LOMLOE

La nueva Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), de 29 de diciembre de 2021, modifica la antigua Ley Orgánica de Educación 2/2006 (LOE) del 3 de mayo de 2006. La modificación de la Ley 2/2006 se justifica dados los cambios generados a raíz de la crisis generada por la pandemia del virus SARS-Cov-2, ya que esta ha afectado considerablemente la educación, afectando especialmente la educación pública, y a su vez la educación ha visto revalorizado su rol, dado el contexto de elevado paro juvenil, viéndose incrementadas las tasas de escolarización en la Formación Profesional.

4.1. MARCO NORMATIVO

La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre de 2021, señala en su preámbulo como:

[...] el uso generalizado de las tecnologías de información y comunicación en múltiples aspectos de la vida cotidiana ha acelerado cambios profundos en la comprensión de la realidad y en la manera de comprometerse y participar en ella, en las capacidades para construir la propia personalidad y aprender a lo largo de la vida, en la cultura y en la convivencia democráticas, entre otros. (p.5)

Es decir, da una gran importancia a comprender de forma global el impacto personal y social de la tecnología, especialmente agravado por las ya existentes diferencias relativas a la brecha de género, y adquirir una perspectiva ética sobre la relación entre tecnología, sociedad, economía y medio ambiente. He ahí la importancia de dar un enfoque más amplio y moderno a la competencia digital tanto para el profesorado como para el alumnado.

Esta competencia digital no solo supone dominar los diversos dispositivos y aplicaciones, también implica tener en cuenta que el mundo digital es un ecosistema en el que la infancia y la juventud aprenden, se relacionan, consumen y dedican gran parte de su tiempo libre. Es por ello que la nueva Ley Orgánica 3/2020 plantea el desarrollo, a lo largo de todas las etapas educativas, de contenidos específicos y perspectivas transversales para desarrollar dicha competencia.

La Ley Orgánica 3/2020 especifica que las administraciones educativas podrán ofrecer cuatro modalidades de bachillerato: ciencias y tecnología, humanidades y ciencias sociales y artes, además de una nueva modalidad, el bachillerato general. La organización curricular del bachillerato estará formada por materias comunes (Educación Física, Filosofía, Historia de la Filosofía, Historia de España, Lengua Castellana y Literatura, Lengua Cooficial y Literatura, Lengua Extranjera), de modalidad y optativas, correspondiendo a las administraciones educativas la ordenación de las materias optativas, siendo los centros serán los encargados de concretar la oferta de dichas materias en su proyecto educativo.

Además, es conveniente señalar que en su artículo 35.1 la Ley Orgánica 3/2020 especifica que:

Las actividades educativas en el bachillerato favorecerán la capacidad del alumno para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos de investigación apropiados. Asimismo, se prestará especial atención a la orientación educativa y profesional

4.1. MARCO NORMATIVO

del alumnado incorporando la perspectiva de género. (p. 35)

La materia Tecnología e Ingeniería, en la cual se enmarca esta propuesta didáctica, es una de las materias específicas del bachillerato de ciencias y tecnología. Esta propuesta didáctica, siguiendo el nuevo despliegue normativo, pone especial énfasis en el desarrollo de la competencia digital y además ha tenido en cuenta la perspectiva de género en el diseño de los recursos didácticos.

4.1.2. Competencias clave del Bachillerato

El Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, establece la ordenación de las enseñanzas mínimas del Bachillerato. El Bachillerato tiene como objetivo fomentar la formación, madurez intelectual y humana, así como los conocimientos, habilidades y actitudes que permita al alumnado llevar a cabo sus funciones sociales y ciudadanas con responsabilidad y de forma activa e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y aptitud. Además, el Bachillerato deberá permitir que el alumnado adquiera y logre las competencias indispensables para sus futuros formativos, profesionales y académicos.

En el artículo 18 del Real Decreto 243/2022 se define el currículo como el conjunto de objetivos, competencias, contenidos - enunciados en forma de saberes básicos -, los métodos pedagógicos y los criterios de evaluación. El currículo en el bachillerato está orientado a facilitar que el alumnado se desarrolle educativamente, de forma que se garantice su formación de forma integral y potenciar el desarrollo de su personalidad para prepararlos para el ejercicio de su ciudadanía.

Esta formación integral, de acuerdo al enfoque competencial de la nueva ley, se centrará en el desarrollo de las competencias. El artículo 2.b del Real Decreto 243/2022 define como competencias clave *los desempeños que se consideran imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su itinerario formativo, y afrontar los principales retos y desafíos globales y locales* (p. 6).

El artículo 16 del Real Decreto 243/2022 establece que las competencias clave del currículo son las siguientes:

- a) Competencia en comunicación lingüística.
- b) Competencia plurilingüe.
- c) Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería.
- d) Competencia digital.
- e) Competencia personal, social y de aprender a aprender.

4.1. MARCO NORMATIVO

- f) Competencia ciudadana.
- g) Competencia emprendedora.
- h) Competencia en conciencia y expresión culturales.

En el Apéndice A (Figura 1-Figura 8) puede verse la relación de competencias clave del Bachillerato y los descriptores operativos del grado de adquisición de cada una de esas competencias. Dichos descriptores se definen como una continuación del perfil de salida del alumnado al finalizar la Educación Secundaria Obligatoria, haciéndose de esta forma consistente el marco competencial de la etapa obligatoria con el marco competencial de la etapa postobligatoria.

4.1.3. Competencias específicas de la materia Tecnología e Ingeniería

El artículo 2.c del Real Decreto 243/2022 define las competencias específicas como:

[...] desempeños que el alumnado debe poder desplegar en actividades o en situaciones cuyo abordaje requiere de los saberes básicos de cada materia. Las competencias específicas constituyen un elemento de conexión entre, por una parte, las competencias clave, y por otra, los saberes básicos de las materias y los criterios de evaluación. (p. 6)

En el Apéndice A (Figura 9) se detallan las competencias específicas de la asignatura Tecnología e Ingeniería, así como la relación de estas con las competencias clave de la etapa.

De acuerdo con el Real Decreto 243/2020, las competencias específicas articulan la relación entre las competencias clave del bachillerato, los saberes básicos y los criterios de evaluación. Según el artículo 2.e se entiende por saberes básicos el conjunto de *conocimientos, destrezas y actitudes que constituyen los contenidos propios de una materia y cuyo aprendizaje es necesario para la adquisición de las competencias específicas (p. 6).*

En lo que respecta a los criterios de evaluación, el artículo 2.d define estos como aquellos referentes que indican los niveles de desempeño esperados en el alumnado en las situaciones de aprendizaje, siendo estas últimas, de acuerdo con el artículo 2.f *las situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas, y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas (p. 6).* De acuerdo con el artículo 17, el

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

equipo docente deberá diseñar dichas situaciones de aprendizaje para favorecer la adquisición de las competencias clave y de las competencias específicas.

En el Apéndice A, (Figura 10 y Figura 11), se relacionan los criterios de evaluación de las competencias específicas de la asignatura Tecnología e Ingeniería. En la figura 12 del mismo apéndice se detallan los bloques de saberes básicos de la materia.

4.1.4. Situaciones de aprendizaje

Dado el enfoque competencial del nuevo currículum, el Real Decreto 243/2022 establece en su artículo 17.2 que para la adquisición y desarrollo de las competencias deberán planificarse por parte del profesorado lo que el nuevo Real Decreto 243/2022 denomina *situaciones de aprendizaje*. Estas situaciones de aprendizaje se entienden como contextos personales, sociales o culturales que resulten en situaciones que el alumnado pueda aplicar sus conocimientos y destrezas para dar solución a una necesidad concreta. Las situaciones de aprendizaje pretenden crear un vínculo entre el entorno educativo y otros sectores sociales, económicos o de investigación. Es por ello que en el nuevo marco normativo estas situaciones de aprendizaje se generen a partir de proyectos interdisciplinares en las que el alumnado pueda explorar, descubrir, experimentar y reflexionar, además de incorporar técnicas de trabajo, prototipado rápido y fabricación offline (p. 311).

El Anexo III del Real Decreto 243/2022 recoge una serie de orientaciones para el diseño de dichas situaciones de aprendizaje. En la figura 13 del Apéndice A puede apreciarse una tabla con las principales características de las situaciones de aprendizaje que en última instancia deberán ser desarrolladas y reguladas por las administraciones educativas a nivel autonómico.

4.2. Descripción de la propuesta

4.2.1. Justificación de la propuesta

[Hernández-Fernández \(2020\)](#) señala la necesidad de una educación tecnológica que incluya la filosofía de la tecnología y la reflexión tecnoética a la educación secundaria obligatoria, y que vaya más allá de los contenidos más técnicos del currículum de la materia. La tecnología, y en especial las nuevas tecnologías, mantiene una estrecha relación con nuestro alumnado. Para [Hernández-Fernández](#) es una gran oportunidad para que los docentes de secundaria, haciendo uso de su

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

libertad de cátedra, formen debidamente a los alumnos en las diversas temáticas y dilemas suscitados por las nuevas tecnologías, de forma que puedan hacer frente al reto de la educación tecnológica en el siglo XXI:

Els docents tenen al seu davant el repte educatiu de reflexionar i exposar el debat tecnològic a l'alumnat: és bo o dolent el control social per mitjà de la tecnologia? Millora la nostra seguretat, tot i la pèrdua de privacitat? Els teus pares t'han comprat el mòbil perquè et comuniquis o per a controlar-te? A què renunciaries a canvi de passar-te hores davant del telèfon mòbil? (Hernández-Fernández, 2020, p.15)

Hernández-Fernández (2020) incide en que mientras que estas temáticas no se incluyan de forma explícita en los temarios oficiales de tecnología, y no haya cambios legislativos significativos, hay que ser conscientes que aquello que está en juego es el futuro de nuestro alumnado. Los docentes deben hacer uso de la posibilidad de flexibilizar las programaciones de forma que se puedan incluir en el aula, también en forma de acción tutorial, aquellos contenidos que, como docentes y profesionales de la tecnología, consideren relevantes para la educación tecnológica de nuestro alumnado.

En anteriores apartados he comentado el nuevo marco competencial del Bachillerato, especialmente el caso de la asignatura Tecnología e Ingeniería. En términos de contenidos curriculares, el nuevo marco legislativo no ha introducido cambios significativos en los saberes básicos, de forma que, en sentido estricto, el marco desarrollado por la LOMLOE no incluye específicamente cuestiones sobre tecnològica y filosofía de la tecnología en el currículo de la asignatura¹. Si es cierto que el modelo competencial desarrollado incluye una relación de competencias que se relacionan con competencias específicas de la modalidad, algunas de ellas especialmente relevantes para el objeto de este trabajo:

- **Competencia Digital 3:** Selecciona, configura y utiliza dispositivos digitales, herramientas, aplicaciones y servicios en línea y los incorpora en su entorno personal de aprendizaje digital para comunicarse, trabajar colaborativamente y compartir información, gestionando de manera responsable sus acciones, presencia y visibilidad en la red y ejerciendo una ciudadanía digital activa, cívica y reflexiva.

¹Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado Núm. 82, pp. 316-317, del 6 de abril de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243/con>

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

- **Competencia Digital 4:** Evalúa riesgos y aplica medidas al usar las tecnologías digitales para proteger los dispositivos, los datos personales, la salud y el medio ambiente y hace un uso crítico, legal, seguro, saludable y sostenible de dichas tecnologías.

Estas competencias digitales introducen en el currículo de la asignatura dos aspectos claves para la justificación de esta propuesta docente. En primer lugar, reconoce la figura de la ciudadanía digital que nuestro alumnado tendrá que ejercer y la necesidad que el ejercicio de esta ciudadanía se desarrolle de forma responsable, cívica y reflexiva. En segundo lugar, hace hincapié en la necesidad de que el alumnado sea competente para que de forma crítica haga un uso sostenible, no solo a nivel ambiental sino también a nivel personal, de los dispositivos y tecnologías digitales, siendo capaz de proteger sus propios datos personales y salud.

Estas competencias digitales incorporan aspectos relevantes y relacionados directamente con cuestiones filosóficas, sociales y políticas. Evaluar riesgos y tomar las decisiones adecuadas para minimizar dichos riesgos, ya sea para nosotros mismos como para el resto de ciudadanos, es una forma de aproximación ética a la tecnología. La configuración, selección y uso responsable de los dispositivos, ya sea como herramientas que median en las situaciones de aprendizaje o como dispositivos con una función lúdica, forma parte de la tecnoética en tanto que un adecuado conocimiento de los dispositivos, las formas de gestionarlos, protegerlos, usarlos, etc. ayudan a minimizar cualquier posible riesgo que pueda ocasionar algún impacto negativo ya sea al propio usuario, compañeros o familiares.

Hernández-Fernández (2020) se refiere a la educación secundaria sin señalar explícitamente si se refiere a la etapa obligatoria o postobligatoria, hay razones de peso, tal y como he señalado en el Capítulo 3, para hacer extensibles su propuesta a la etapa del bachillerato. Nuestro alumnado se enfrenta continuamente a decisiones morales en las que es preciso contar con un determinado conjunto de valores y un adecuado esquema de toma de decisiones que permitan reducir los riesgos asociados a las tecnologías digitales emergentes, insisto, ya sea como consumidor y usuario de productos y dispositivos tecnológicos o como *futuro* desarrollador de tecnologías.

El *futuro* de nuestros alumnos y alumnas es un *presente* en el que la inteligencia artificial permea todas las tecnologías, convirtiéndose en una tecnología omnipresente, que junto al desarrollo del *data mining* y el *big data*, no solo amenaza nuestra privacidad, sino también nuestra libre elección y autonomía - tanto como consumidores como ciudadanos - por el uso indiscriminado de la persuasión en forma

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

de anuncios personalizados, sugerencias de consumo, estrategias diseñadas para dificultar la salida de las redes sociales, etc. A todo ello cabe sumar la formulación de nuevas tesis éticas, de hecho sumamente importantes y poco visibilizadas, relacionadas con la identidad personal y la responsabilidad a raíz del cada vez más generalizado uso de los avatares en la red.

4.2.2. Diseño y descripción del recurso

En la presente sección se describirán los recursos diseñados y la forma en que la misma se ha adaptado al nuevo marco curricular.

Dada la versatilidad que ofrecen los diversos bloques de saberes básicos y las diversas competencias clave de la etapa, la propuesta didáctica que se plantea podría adecuarse tanto al *Bloque de Sistemas Automáticos* como al *Bloque de Sistemas Informáticos y Programación*. En la figura 1 del Apéndice B puede apreciarse la relación de competencias seleccionadas y la selección de los bloques curriculares en los que se podría desarrollar la propuesta didáctica. Si bien los recursos diseñados podrían usarse en el *Bloque de Sistemas Automáticos* (Aplicación de las tecnologías emergentes a los sistemas de control), para acotar la presente propuesta, se ha considerado conveniente enmarcarla dentro del *Bloque de Sistemas Informáticos y Programación* (Inteligencia artificial, *big data*, bases de datos distribuidas y ciberseguridad), ya que se considera que dichos saberes básicos son más consistentes con los contenidos didácticos propuestos y los criterios de evaluación de la competencia específica, en particular el Criterio de Evaluación 5.2 *Conocer y evaluar sistemas informáticos emergentes y sus implicaciones en la seguridad de los datos, analizando modelos existentes*.

Teniendo en cuenta lo anterior se ha elaborado una propuesta de objetivos didácticos a trabajar. En la Figura 2 del Apéndice B puede apreciarse la relación de objetivos didácticos y las competencias clave de la etapa asociadas a la competencia específica de la materia: *C.E. 5. Diseñar, crear y evaluar sistemas tecnológicos, aplicando conocimientos de programación informática, regulación automática y control, así como las posibilidades que ofrecen las tecnologías emergentes, para estudiar, controlar y automatizar tareas*.

Formato general de las fichas infográficas

Se han diseñado cuatro fichas infográficas, una para cada una de las tecnologías/dilemas éticos seleccionados: inteligencia artificial, toma de decisiones y

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

discriminación algorítmica; cesión de datos y derecho a la privacidad; tecnologías y diseños persuasivos y, avatares y el metaverso. Las fichas han sido diseñadas en formato DINA4 a partir de una aplicación específica para la elaboración de documentos con un alto contenido gráfico².

Las fichas se dividen en tres secciones claramente diferenciadas. Una sección introductoria en la que se invita al alumnado a consultar materiales (ya sea lecturas o visualización de videos) con el objetivo de que adquieran, antes del inicio de la sesión, algunas nociones básicas o aspectos introductorios sobre las temáticas a trabajar durante la sesión. A través de un código QR, el alumnado podrá acceder a los recursos en línea. La segunda sección es la exposición de un Estudio de Caso. A través de una breve descripción se les introduce en el caso y posteriormente, como podrá verse en las programaciones de aula, el docente o bien expondrá extensamente el caso o bien facilitará al alumnado material (de lectura o visualización) con la exposición del caso. Finalmente, se encuentra la sección de actividades que se divide en dos partes: por un lado, la discusión en grupo del estudio de caso planteado y, por otro lado, una sección de actividades que el alumnado realizará, dependiendo del caso, de forma autónoma, en parejas o en pequeños grupos. Adicionalmente, algunas fichas infográficas, cuentan con elementos gráficos o descriptivos para complementar la temática a tratar.

A continuación se describen brevemente los contenidos, recursos y actividades de cada una de las fichas propuestas. En el Apéndice B (Figura 3-Figura 6) pueden apreciarse, de forma más detallada, cada una de las fichas infográficas descritas³.

Ficha infográfica 01 Inteligencia Artificial

La primera ficha (Apéndice B, Figura 3) está dedicada a la inteligencia artificial y a los dilemas éticos planteados por la minería de datos, el *big data* y el *machine learning*. Se le propone al alumnado la lectura del capítulo *Hem de parlar d'algorismes, machine learning, deep learning o d'IA?* de Cecilio Angulo (Angulo y Véliz, 2022) en el que podrán aproximarse a las diferencias entre diversas técnicas relacionadas con la inteligencia artificial y el *machine learning*.

A partir de dicha lectura, el alumnado deberá realizar dos actividades en la que se le pide que distinga las diversas técnicas que cita Cecilio Angulo en su texto y

²Canva.com

³Las fichas infográficas se encuentran disponibles en abierto para ser editadas. Canvas (2022). *Tecnoética en el Bachillerato (Tecnología e Ingeniería)*. Disponible en https://www.canva.com/design/DAFCQt81nVo/VETJAhOzafsN4zslXRePAg/edit?utm_content=DAFCQt81nVoutm_campaign=designshareutm_medium=link2utm_source=sharebutton

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

que a partir de búsqueda en la red pongan una serie de ejemplos de casos en los que las aplicaciones con algoritmos hayan desencadenado algún tipo de conflicto ético.

El estudio de caso planteado analiza dos ejemplos de aplicaciones de inteligencia artificial en la toma de decisiones a nivel jurídico. Se les plantea la lectura de dos breves textos sobre el caso del algoritmo COMPAS⁴ y el caso del algoritmo RISCANVI⁵. En esta ficha se les plantea dos ejemplos, ya que existen sendas diferencias, tanto a nivel técnico como a nivel ético, entre ambos algoritmos, a pesar de que ambos son usados en la toma de decisiones por parte de jueces y la administración.

Ficha infográfica 02 Privacidad

La segunda de las fichas diseñadas (Apéndice B, Figura 4) se centra en los diversos dilemas éticos suscitados a raíz de la llamada economía de datos, especialmente los relacionados con la privacidad y los límites en el consentimiento y cesión de datos personales a través de redes sociales y aplicaciones. Como texto introductorio se plantea al alumnado la lectura de los capítulos, *L'espia a la butxaca y La privadesa dels anys*, de Carissa Véliz (Angulo y Véliz, 2022).

A partir de dicha lectura, se le plantea al alumnado que sea capaz de contextualizar el surgimiento de la economía de datos como una nueva fase del capitalismo y que además tome consciencia del alcance en la cesión de datos personales que llevamos a cabo de forma prácticamente inconsciente a través de nuestro dispositivo móvil. Una de las actividades pone especial énfasis en que el alumno investigue, conozca y ponga en práctica diversas estrategias para proteger los dispositivos y los datos personales. Además, se hace reflexionar al alumnado sobre el papel de la privacidad en la era digital y las diferencias, si las hay, entre la privacidad *on line* y la privacidad *off line*.

El estudio de caso planteado en esta ficha infográfica es sobre el caso de Cambridge Analytica. Para tal fin se visualizarán dos vídeos⁶ sobre la forma en que

⁴Bellio López-Molina, Naiara. (25/05/2021). *In Catalonia, the RisCanvi algorithm helps decide whether inmates are paroled*. Algorithm Watch. Disponible en <https://algorithmwatch.org/en/riscanvi/>

⁵Hao, Karen. (11/11/2021). *Caso práctico: probamos por qué un algoritmo judicial justo es imposible*. MIT Technology Review. Disponible en <https://www.technologyreview.es//s/13800/caso-practico-probamos-por-que-un-algoritmo-judicial-justo-es-imposible>

⁶BBC News Mundo (09/04/2018). *Cómo Cambridge Analytica analizó la personalidad de millones de usuarios de Facebook* [Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=7831NGClrM>; The New York Times (09/04/2018).

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Cambridge Analytica fue capaz, a través de Facebook, de predecir con mucha exactitud los perfiles psicológicos de millones de usuarios a partir de sus intereses y preferencias y persuadirlos con anuncios personalizados con fines políticos durante las elecciones presidenciales de 2016 en Estados Unidos⁷.

Ficha infográfica 03 Tecnologías Persuasivas

La tercera ficha infográfica (Apéndice B, Figura 5) aborda lo que se ha designado como tecnologías o diseños persuasivos. A diferencia del resto de fichas infográficas, en este caso, no ha sido posible plantear un estudio de caso representativo. En su lugar, se ha planteado la visualización en el aula del vídeo *How a handful of tech companies control billions of minds every day*⁸ en el que Tristan Harris, cofundador del *Centre for Humane Technology* define el ámbito de acción de las tecnologías persuasivas y como muchas empresas no obran de forma ética a la hora de diseñar sus productos. El vídeo muestra gran cantidad de ejemplos que pueden ser usados para trasladar la problemática al alumnado.

A partir de las diversas actividades planteadas y las indicaciones del docente, se le pide al alumnado que sea capaz de reflexionar sobre ese tipo de diseños persuasivos, tratando de identificar entre sus propios hábitos de uso de aplicaciones digitales, aquellas aplicaciones que usan técnicas persuasivas y como dichas arquitecturas en sus dispositivos (ya sea en cuanto a aplicaciones o en cuanto a sus teléfonos o *tablets*) tienen una influencia sobre sus hábitos de uso y sus posibles adicciones.

En este caso, exponer de forma clara qué es una tecnología persuasiva, identificar diversos ejemplos, qué tipo de diseños pueden considerarse persuasivos o no, tiene una especial relevancia si queremos conseguir que el alumnado sea consciente de las repercusiones de los mismos en su día a día.

Ficha infográfica 04 Avatares

En la última ficha infográfica planteada (Apéndice B, Figura 6) se plantean dos cuestiones técnicamente relacionadas pero con diversas implicaciones morales: el

How Cambridge Analytica Exploited the Facebook Data of Millions [Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=mrnXv-g4yKU>

⁷The Guardian (2022). *The Cambridge Analytica Files*. Recuperado el 21/05/2022 de <https://www.theguardian.com/news/series/cambridge-analytica-files>

⁸Harris, Tristan. [TED] (28/07/2017). *How a handful of tech companies control billions of minds every day* [Vídeo]. Recuperado el 21/05/2020 de <https://www.youtube.com/watch?v=C74amJRp730t=676s>

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

uso de avatares en el metaverso y los riesgos del uso de técnicas basadas en la inteligencia artificial para crear *deepfakes*.

En primer lugar, se introduce al alumnado a través de un breve vídeo⁹ en lo que se denominan metaversos. El objetivo es que el alumnado se empiece a familiarizar con el desarrollo de estos nuevos entornos y los diversos supuestos en los que se pueden ver implicados cuando decidan habitar espacios virtuales usando avatares.

Como estudio de caso se les plantea el ya conocido caso del deepfake Barak Obama¹⁰, producido por Buzz Feed Video, en el que el actor Jordan Peele .^{en}carna.^{al} expresidente de Estados Unidos de América. Con este caso de estudio se espera que el alumnado sea consciente del alcance que pueden tener algunos productos audiovisuales generados por técnicas de inteligencia artificial, especialmente en lo relativo a la desinformación o la usurpación de identidad.

4.2.3. Metodología

La propuesta didáctica descrita se basa en el uso de fichas infografías como recurso didáctico y en el estudio de casos como metodología didáctica.

Fichas infográficas

Si bien no hay un consenso sobre qué debe ser entendido como una infografía, en términos generales, se entiende que una infografía no es la mera presencia en un mismo documento de texto e imágenes, sino que una infografía debe incluir algún tipo de elemento descriptivo o narrativo y que suponga una ventaja comunicativa en la transmisión y asimilación de información con respecto a los textos tradicionales (Hernández-Fernández and Morera-Vidal, 2022).

Una infografía combina una gran diversidad de elementos visuales para ofrecer información compleja de una forma sencilla, directa y comprensible. Es una forma de visualizar información compleja a través de símbolos, iconos, fotos, mapas, gráficos, tablas o diagramas. Las infografías pueden ser aplicadas en la docencia, ya que permiten al profesorado y al alumnado la posibilidad de ofrecer, en una visualización única, diversas ideas y fuentes de información de una forma consistente (Naparín and Saad, 2017). En la docencia, el uso y creación de infografías,

⁹BBC News Mundo (12/11/2021). *Qué es el metaverso y cuáles son las dudas que genera este mundo "gemelo" digital* — BBC Mundo [Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=XIJwITC2DeU>

¹⁰BuzzFeedVideo (17/04/2018). *You Won't Believe What Obama Says In This Video!* [Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0>

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

permite la alfabetización visual, facilitando a los docentes transmitir contenidos, enseñando a sus alumnos a dar sentido a la información visual. Además, el uso de infografías en la docencia favorece que el alumnado se comprometa de una forma más sostenida con el contenido de las mismas, de forma que se potencia la comprensión y adquisición del contenido (Martix and Hodson, 2014).

Hernández-Fernández and Morera-Vidal (2022) evaluaron las diferencias en el aprendizaje entre los jóvenes cuando estos usan infografías en lugar de texto simple como fuente de información, concluyendo que las infografías son más efectivas que el texto para el aprendizaje digital.

Naparin and Saad (2017) revisaron la literatura relacionada con el uso de infografías, su impacto y eficacia en diversas áreas de la docencia como las ciencias agrícolas, educación para la salud, la geografía o la educación en disciplinas STEM. En su trabajo concluyen que aquellos estudiantes que usan infografías conservan la información adquirida durante más tiempo que aquellos estudiantes que solo usaron texto y gráficos y que el uso de herramientas de visualización es más ventajoso que el método tradicional de enseñanza, ya que, en el caso de estudiantes universitarios, existe una fuerte relación entre el rendimiento de los estudiantes en los exámenes y el uso de herramientas de visualización de datos para mejorar la comprensión.

El método del caso

El método del caso es una técnica de aprendizaje que fomenta que los estudiantes adquieran diversos aprendizajes y desarrollen diferentes habilidades gracias al protagonismo que tienen en la resolución de los casos. Originalmente, fue desarrollado en la Universidad de Harvard con el objetivo que los estudiantes de Derecho se enfrentaran a situaciones reales y se implicaran en la toma de decisiones y la valoración de las diversas situaciones planteadas¹¹.

Asopa y Beve (2001) definen el método del caso como un método de aprendizaje activo basado en la participación, la cooperación y en el diálogo democrático de los estudiantes sobre una situación real. Teniendo en cuenta esta definición, el método del caso desarrolla tres dimensiones fundamentales: la importancia de que los alumnos asuman un papel activo en el estudio del caso, que los alumnos estén

¹¹Servicio de Innovación Educativa de la UPM (2008). Método del Caso. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 30/05/2021 en https://innovacioneducativa.upm.es/guias_p/df

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

dispuestos a cooperar con sus compañeros y que el diálogo sea la herramienta básica para discutir, tomar consensos y decisiones conjuntas¹².

Una sesión en la que se aplique el método del caso puede dividirse en tres partes¹³:

Inicio de la sesión:

- a) Compartir con la clase los objetivos de aprendizaje para esa sesión.
- b) Introducción la temática
- c) Planteamiento de una pregunta o preguntas que puedan ser respondidas al final de la sesión.
- d) Vincular la temática y preguntas con un problema histórico, evento, caso real o experimento mental.
- e) Visualización y lectura de los materiales por parte del alumnado.
- f) Relacionar los contenidos de los materiales con contenidos didácticos.
- g) Explicar conceptos que no queden claros o terminología.

Desarrollo de la fase de reflexión/debate:

- a) Formular las preguntas o dilemas que deben guiar la reflexión o debate.
- b) Fomentar el debate vinculando el caso estudiado con los contenidos didácticos y las experiencias propias del alumnado.
- c) Verificar a lo largo del desarrollo del debate que los estudiantes participan y responden a las preguntas específicas.
- d) Verificar que el alumnado comprende observando señales de comunicación no verbal que denoten falta de atención, confusión o malentendidos.

Finalización de la sesión:

- a) Tratar de responder a las preguntas y cuestiones planteadas al inicio de la sesión.
- b) Realizar un resumen a modo de colofón de las principales ideas comentadas.
- c) Relacionar el caso estudiado con otros casos similares.
- d) Proveer de material complementario al alumnado.
- e) Incidir en la importancia de los casos estudiados en lo que atañe a los intereses y cotidianidad del alumnado.

¹²Asopa y Beve (2001) citado en Servicio de Innovación Educativa de la UPM (2008). Método del Caso. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 30/05/2021 en https://innovacioneducativa.upm.es/guias_p/df

¹³Propuesta propia elaborada a partir de Center for Innovation in Teaching Learning (2022). *The Case Method*. University of Illinois Urbana-Champaign. Recuperado el 30/05/2022 de <https://citl.illinois.edu/citl-101/teaching-learning/resources/teaching-strategies/the-case-method>

4.2.4. Programación de las sesiones

Cada una de las infografías ha sido diseñada para poder llevarse a cabo durante una sesión. Se ha considerado de forma general que las sesiones son de 55 minutos, ya que se ha tenido en cuenta un margen de cinco minutos para situaciones como el cambio de aula o regresar de los descansos.

Las fichas infográficas cuentan con una primera parte de trabajo autónomo, que el alumnado deberá llevar a cabo en sus casas, para trabajar algunos conceptos básicos que serán necesarios para el desarrollo de la sesión o bien realizar algunas de las actividades. Esta parte previa consistente o bien en la lectura de algún material o bien en la visualización de materiales de tipo audiovisual como por ejemplo vídeos de Youtube. Dependiendo de las características del grupo, la dinámica de la sesión, el número de alumnos y alumnas, cabe la posibilidad de que el trabajo a realizar como tarea en casa pueda llevarse a cabo durante la sesión.

En términos generales, los primeros 5 minutos de la sesión se destinarán a la explicación de la temporización de la sesión, la descripción de los materiales y los objetivos. Seguidamente, el docente comentará los materiales que han sido consultados previamente por el alumnado y además, de forma breve, impartirá algunos contenidos didácticos que ayuden a la comprensión de los materiales y que a su vez sirvan tanto para el debate sobre el estudio de caso como para la realización de las actividades. Por norma general, excepto en una de ellas, todas las fichas infográficas cuentan con un estudio de caso. Se cuenta con diez minutos para la visualización o lectura de los materiales recomendados para cada estudio de caso. Los 30 minutos siguientes deberán ser dedicados a la realización de las actividades (quince minutos) y a una reflexión grupal sobre el caso estudiado. En caso de que el alumnado no haya acabado las actividades, atendiendo a diversos motivos y razones que pueden darse en la práctica docente, las mismas deberán ser finalizadas en casa. En el caso de que el grupo haya finalizado las actividades antes de los treinta minutos programados, se sumará el tiempo restante a la parte final de la sesión.

Se propone, para cada programación de aula, materiales complementarios tanto para el docente como para el alumnado. El material complementario para el alumnado tiene dos objetivos. Por un lado, complementar los materiales trabajados para poder realizar las actividades. Por otro lado, una serie de materiales complementarios, para alumnado con NESE por altas capacidades, que sirva como fuentes de ampliación de información y conocimientos.

4.3. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

En el Apéndice B (Figura 7-Figura 10) pueden apreciarse cada una de las programaciones de aula para cada una de las fichas infográficas propuestas¹⁴.

4.3. Atención a la diversidad

La educación inclusiva ha supuesto una herramienta importante para limar y disminuir los efectos que tiene la exclusión social. Un centro inclusivo debe caracterizarse por planteamientos educativos no excluyentes, tanto en lo que se refiere a las necesidades educativas especiales como a la gran variedad de diversidades que pueden estar presentes en un centro (étnica, cultural, etc.). La escuela inclusiva debe dar importancia a la comunidad educativa en todas sus dimensiones y favorecer los sentimientos de pertenencia a la misma, así como potenciar el apoyo en el aula ordinaria, adaptando la enseñanza al alumnado con características diversas a partir de estrategias concretas y específicas (Dueñas Buey et al., 2010). La escuela inclusiva tiene entonces diversas vertientes, pero hay un núcleo fundamental a todas ellas, que es el conjunto específico de valores y principios éticos vinculados a temas, tan importantes para cualquier proyecto de sociedad, como son su posicionamiento frente cuestiones como la diversidad humana, la sostenibilidad del planeta, la participación, los derechos o el cuidado de los más vulnerables, entre otros y que los mismos sean implementados a través del curriculum (Booth and Ainscow, 2015).

Nuestras aulas son el reflejo de las diferencias que hay en nuestra sociedad: culturales, socioeconómicas, las relativas al género, orientación sexual y expresiones corporales, las capacidades - físicas y cognitivas - y la diversidad étnica. Atender a la diversidad es un reto necesario para lograr que todos los centros educativos. Es por esta razón, que se hace necesaria la construcción de un sistema educativo democrático, justo e igualitario que consiga la inclusión de toda esa diversidad y garantice la igualdad de oportunidades, atender a la diversidad y fomentar la democratización educativa debe haber una dedicación permanente tanto por parte de las instituciones educativas como por parte de los docentes. La construcción de la escuela inclusiva es un reto que tiene por objetivo acabar con la insolidaridad y discriminación en el aula (Frutos et al., 2012).

¹⁴Las fichas infográficas, junto con las programaciones de aula para cada una de las sesiones, se encuentran disponibles en abierto Drive (2022). *TECNOÉTICA EN LA EDUCACIÓN POSTOBLIGATORIA(BACHILLERATO)*. Disponible en <https://drive.google.com/drive/folders/1dWv6jyclcgjstu9Zp0cLbzPCTFlrzej0?usp=sharing>

4.3. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Este nuevo reto no es posible sin un marco normativo adecuado. Ya en 1985, con el Real Decreto 334/1985¹⁵, de 6 de marzo, de ordenación de la Educación Especial, se empieza a plantear la inclusión de alumnado de educación especial en el aula ordinaria. Desde la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo, que introduce por primera vez el concepto de NEE (Necesidades Educativas Especiales, hasta la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa) hasta la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo¹⁶, de Educación han sido diversos los focos y cambios producidos en este contexto.

En el caso de Catalunya, y en lo que se refiere a la etapa no universitaria, la Generalitat tiene las competencias en Educación y que fueron desarrolladas con la Ley 12/2009¹⁷, del 10 de julio, de educación. El Decreto 150/2017¹⁸ despliega los aspectos relativos a inclusión recogidos en la Ley 12/2009, del 10 de julio, de educación que indica en su preámbulo la necesidad de adecuar la actividad educativa para atender la diversidad del alumnado y el logro de una igualdad de oportunidades y de accesibilidad.

En lo que atañe a la nueva Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre de 2021 modifica la antigua Ley Orgánica de Educación 2/2006 (LOE) del 3 de mayo de 2006, recoge en su preámbulo (p. 6) como la adopción y desarrollo de una adecuada competencia digital tiene como objetivo fomentar la equidad y la capacidad inclusiva del sistema y que la estructura y desarrollo competencial del currículum ha sido diseñada para ponerla al servicio de la educación inclusiva y que valore la diversidad (p. 7). En su artículo 35.3 especifica que en los estudios «3. En la organización de los estudios de Bachillerato se prestará especial atención al alumnado que precise apoyos educativos dadas su necesidad específica, estableciendo las alternativas metodológicas, organizativas y de atención a la diversidad necesaria para que el alumnado tenga acceso al currículum.

¹⁵Ministerio de Educación y Formación Profesional. (1985). Real Decreto 334/1985, de 6 de marzo, de ordenación de la Educación Especial. Boletín Oficial del Estado Núm. 65, del 6 de marzo de 1985. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1985/03/06/334>

¹⁶Jefatura del Estado. (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado Núm. 106, del 4 de mayo de 2006. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2/con>

¹⁷Generalitat de Catalunya. (2009). Llei 12/2009, del 10 de juliol, d'educació. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm. 5422, del 10 de juliol de 2009. <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=480169>

¹⁸Departament d'Educació. (2017). DECRET 150/2017, de 17 d'octubre, de l'atenció educativa a l'alumnat en el marc d'un sistema educatiu inclusiu. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm. 7477, del 17 de octubre de 2017. <http://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/7477/1639866.pdf>

4.3. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

El Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, establece la ordenación de las enseñanzas mínimas del Bachillerato en su artículo 25, establece, en relación a la atención de las diferencias individuales, que las administraciones educativas deberán disponer de los medios necesarios para que el alumnado con necesidades de atención diferente pueda adquirir las competencias de la etapa. Asimismo, se especifica en dicho artículo que las administraciones educativas fomentarán la equidad e inclusión educativa, la igualdad de oportunidades y la no discriminación del alumnado con capacidades diferentes, estableciendo alternativas metodológicas que fomenten el diseño universal.

En lo que respecta a esta propuesta didáctica, la misma ha sido implementada de tal forma que sea fácilmente adaptable a necesidades específicas del alumnado. La misma es versátil en relación con la atención a la diversidad, ya que en su diseño se ha tenido en cuenta:

1. Facilidad de acceso y diseño de los materiales: se trata de un material didáctico diseñado en una plataforma de libre acceso¹⁹, con un entorno y funciones fáciles de usar para cualquier docente con una competencia digital mínima y que tiene un catálogo de recursos muy amplio. Las fichas podrán ser editadas tantas veces como sea necesario para adaptarlas a todas y cada una de las necesidades educativas específicas del alumnado.

2. Adaptabilidad metodológica: El material puede ser compartido directamente en la red para adaptarlo a metodologías no presenciales, puede ser impreso y adaptarse en sesiones con metodologías diversas y diferentes a la planteada.

3. Adaptación al alumnado con NESE: En caso de que el grupo clase cuente con casos de NESE, y de acuerdo a las posibles adaptaciones curriculares y planes individualizados, las fichas podrán ser adaptadas a dichas necesidades. Para tal fin se recomienda la consulta de las recomendaciones disponibles en la Xarxa Telemática Educativa de Catalunya²⁰. La versatilidad en el diseño de las fichas permite desde reformular las preguntas o situaciones, seleccionar otros materiales audiovisuales o seleccionar aquellos que se adapten a las necesidades específicas del alumno o alumna.

4. Adaptación al alumnado con NESE por altas capacidades. Por defecto, el material diseñado dispone de un recurso/actividad, ya sea para ampliar conocimientos o realizar de forma voluntaria actividades que permitirán al alumno, siempre

¹⁹Canva (2022). Recuperado el 20/05/2022 de <https://www.canva.com/>

²⁰XTEC - Xarxa telemàtica Educativa de Catalunya (2022). *Diversitat i inclusió*. Recuperado el 05/05/2022 de <http://xtec.gencat.cat/ca/curriculum/diversitat-i-inclusio/>

que lo considere necesario, satisfacer sus necesidades específicas.

4.4. Evaluación

En lo relativo a la evaluación, la ley introduce algunas novedades como por ejemplo la evaluación continua y diferenciada en la que será el profesorado de cada materia el encargado de decidir si el alumno o alumna ha logrado el grado de adquisición de las competencias

De acuerdo con la Ley Orgánica 3/2020²¹, en su artículo 35 será el profesor de cada materia quien decidirá, si el alumno o alumna ha logrado los objetivos y ha alcanzado el adecuado grado de adquisición de las competencias correspondientes (p. 32).

Por su parte, el Real Decreto 243/2022²², en su artículo 20 establece que *la evaluación del aprendizaje del alumnado será continua y diferenciada según las distintas materias y que será el profesorado de cada materia decidirá, al término del curso, si el alumno o alumna ha logrado los objetivos y ha alcanzado el adecuado grado de adquisición de las competencias correspondientes.*

Además, el Real Decreto 243/2022 establece para cada una de las materias del bachillerato una serie de criterios de evaluación para cada una de las competencias específicas de la especialidad. En el caso de la asignatura de Tecnología e Ingeniería, se establecen criterios de evaluación para cada una de sus competencias específicas²³. Ahora bien, con relación a las competencias clave de la etapa, ni el Real Decreto 243/2022 ni la Ley Orgánica 3/2020, especifican ningún procedimiento ni criterio para evaluar el resto de competencias. El Real Decreto 243/2022 establece en su Anejo I los descriptores operativos del grado de adquisición de cada una de las competencias clave²⁴ que se definen como una continuación del perfil de salida del alumnado al finalizar la Educación Secundaria Obligatoria.

Señalar que el Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya, a fecha de presentación de este trabajo de final de Máster, no había publicado ninguna

²¹Jefatura del Estado. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado Núm. 340, del 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3/con>

²²Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado Núm. 82, del 6 de abril de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243/con>

²³Pueden consultarse dichos criterios de evaluación en las Figuras 10 y 11 del Apéndice B

²⁴Pueden consultarse dichos descriptores para cada una de las competencias clave del bachillerato en la Figura 1 a la Figura 8 del Apéndice A

4.4. EVALUACIÓN

normativa que regulara la evaluación de las competencias en el bachillerato.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la presente propuesta, se elabora un instrumento de evaluación para los objetivos didácticos planteados en el que se definen cuatro niveles de logro para cada uno de esos objetivos. Dado que se entiende que el nuevo marco competencial establecido por la nueva normativa es consistente con el marco competencial en la Educación Secundaria Obligatoria, y así se especifica en la Ley Orgánica 3/2020 cuando define los descriptores operativos de dichas competencias como continuación del perfil de salida de la etapa secundaria.

Por tal motivo, y a la espera de que el Departament d'Educació establezca lineamientos respecto a la evaluación de las competencias en la etapa del bachillerato, se propone el instrumento de evaluación que figura en el Apéndice B Figura 11.

Capítulo 5

Conclusiones

Al inicio de este trabajo de final máster se ha llevado a cabo una revisión de la tecnoética como sub disciplina de la ética desde tres perspectivas. En primer lugar, se expuso la concepción bungiana de la tecnoética que sitúa a los tecnólogos como agentes morales en tanto que no solo deben seguir sus propios códigos deontológicos profesionales, sino que también deben ser conscientes y saber prever las consecuencias que sus artefactos o diseños pueden tener sobre aquellos sujetos que puedan tener relevancia moral. Seguidamente, se revisaron algunas cuestiones tecnoéticas desde posturas presentistas y anticipatorias. Estas últimas dibujan algunos escenarios poco plausibles, pero no por ellos menos relevantes para la intersección de la ética y la tecnología, y pueden convertirse en potenciales motivaciones pedagógicas para ser exploradas con el alumnado que en un futuro se convertirán en profesionales de la tecnología y la ingeniería. Finalmente, se expuso la importancia que tienen una serie de tecnologías emergentes – la inteligencia artificial, los avatares, los diseños persuasivos, el *data mining* y el *big data* – y algunos de los dilemas morales suscitados por las mismas como la identidad personal, experiencias virtuales, privacidad, práctica democrática, responsabilidad o desinformación. Se hizo hincapié en la importancia que dichas cuestiones éticas asociadas a dichas tecnologías tienen para el alumnado, ya sea como futuros diseñadores de tecnología o como usuarios de las mismas.

Seguidamente, tras el análisis del nuevo marco competencial desarrollado por la nueva Ley Orgánica 3/2020 y el Real Decreto 243/2022 que establece la ordenación de las enseñanzas mínimas del Bachillerato, se concluye que el mismo representa una oportunidad para adecuar curricularmente los contenidos tecnoéticos, ya que la competencia digital tiene una especial relevancia, no solo a lo largo de la etapa sino también en la propia asignatura de Tecnología e Ingeniería. Dichas

competencias digitales, junto con la competencia ciudadana, la competencia personal y social y la competencia STEM, establecen el marco competencial idóneo para integrar los contenidos tecnoéticos en los saberes básicos que conforman el curriculum de la materia, especialmente en el Bloque de Sistemas Informáticos y Programación.

Teniendo en cuenta lo anterior, el principal objetivo de este trabajo de final de máster ha sido elaborar una propuesta de material didáctico, así como una serie de recursos complementarios tanto para el alumnado como para el profesorado. El material diseñado ofrece al profesorado de la materia de Tecnología e Ingeniería un adecuado marco teórico, a partir de diversos recursos, materiales en línea y bibliografía, para familiarizarse con cada una de las cuestiones éticas planteadas en cada una de fichas infográficas. En lo que respecta al alumnado, a través de consulta de diversos materiales, estudios de casos y ejemplos, se confronta a los mismos con la doble disyuntiva que supone, por un lado, ser usuario de dichas tecnologías y por otro, la posibilidad de que dicho alumnado sea en un futuro diseñador de artefactos que directa o indirectamente estarán relacionados con las tecnologías emergentes objeto de estudio.

Si bien la propuesta diseñada ha sido planteada para el Bloque de Sistemas Informáticos y Programación de la segunda parte de la asignatura Tecnología e Ingeniería, la misma puede también usarse en el Bloque de Sistemas Automáticos, específicamente dentro de los contenidos curriculares: Aplicación de las tecnologías emergentes a los sistemas de control. Robótica. Modelización de movimientos y acciones mecánicas. Además, teniendo en cuenta el carácter interdisciplinario que dejan entrever las orientaciones para el diseño de lo que en el nuevo marco normativo se conoce como Situaciones de Aprendizaje, esta propuesta didáctica, puede ser adaptada para ser implementada como propuesta interdisciplinar con la asignatura de Filosofía.

La propuesta didáctica descrita, si bien con algunas adaptaciones y modificaciones adicionales, puede ser adaptada a la etapa obligatoria de la Educación Secundaria, especialmente algunas de las temáticas abordadas, como por ejemplo, la privacidad, la cesión de datos y la protección de dispositivos, la desinformación, los riesgos asociados al mal uso de los avatares digitales, como pueda ser en los videojuegos, o el efecto de los diseños persuasivos en el uso diario de sus dispositivos móviles y la relación que estos diseños guardan con la falta de atención o las adicciones a las aplicaciones y dispositivos móviles.

Tal y como he tratado de demostrar a lo largo de los diversos capítulos de este trabajo de final de máster, considero que la propuesta planteada se adapta a los objetivos inicialmente descritos y que a pesar de las novedades introducidas por el nuevo marco normativo, a fecha de hoy todavía no desarrollado por el Departament d'Educació, es consistente con el nuevo marco curricular. El material diseñado y los recursos complementarios seleccionados están disponibles en abierto y los mismos pueden ser fácilmente editados para adaptarlos a diversos centros de acuerdo a sus programaciones. Es importante recalcar que la propuesta en sí es flexible y que debe ser adecuada a los intereses del alumnado y las necesidades que pueda tener el profesorado de acuerdo a las características del centro.

Por diversas razones que tienen que ver con la temporización de las prácticas, las características del centro, el nivel en el que me tocó llevar a cabo mi práctica docente autónoma o el calendario de realización y entrega de este trabajo de final de máster, no ha sido posible evaluar la implementación de esta propuesta en el aula. Entre las previsiones de trabajo futuro, además de implementar y evaluar la propuesta en un centro educativo, señalo la necesidad de elaborar un listado de tecnología y dilemas éticos, a modo de catálogo, a partir del que diseñar materiales similares a los propuestos y que adapten a los diversos bloques de saberes básicos de las dos partes de la asignatura Tecnología e Ingeniería.

El llevar a cabo el diseño de esta propuesta didáctica y la investigación previa, a pesar de mis conocimientos previos sobre cuestiones éticas relacionadas con la tecnología, me ha permitido tomar una consciencia muy personal sobre la dimensión de las problemáticas planteadas, sobre todo como usuario de dichas tecnologías. Me he visto obligado a revisar mi propio uso de los dispositivos, a evaluar mis propias acciones y las repercusiones que tienen dichas tecnologías en mi día a día y, qué alternativas eran las que tenían para minimizar posibles riesgos, proteger mi privacidad, sopesar posibles usos indebidos de las aplicaciones o reflexionar sobre cómo han afectado a mis relaciones sociales. Es precisamente ese el efecto que debería tener esta propuesta didáctica para el alumnado. Potenciar una actitud revisionista, reflexiva y crítica respecto al impacto de las tecnologías emergentes en sus relaciones personales, sus hábitos y costumbres, su salud física y psicológica. Si son capaces de realizar dichas conexiones, serán capaces de evaluar su propia responsabilidad como futuros diseñadores, ingenieros o programadores.