

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR/A
DE EDUCACIÓN SECUNDARIA**



VNIVERSITAT
E VALÈNCIA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

LAS INTERACCIONES CTSA COMO OPORTUNIDAD PARA
LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE
APRENDIZAJE-SERVICIO SOBRE CONSUMO RESPONSABLE
EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

Presentado por:

MARÍA PÉREZ AGUILAR

Tutora:

MARÍA CALERO LLINARES

Valencia, Junio 2022

RESUMEN

Desde hace décadas, son numerosas las investigaciones, por parte de especialistas y organismos internacionales, que señalan la necesidad de proporcionar al alumnado una visión global de la actual situación de emergencia planetaria con la finalidad de implicar a las nuevas generaciones en la construcción de sociedades más justas y sostenibles. Este Trabajo de Fin de Máster pretende dar respuesta a estos llamamientos abordando, en particular, las posibilidades que ofrece el currículo de las asignaturas del ámbito científico-tecnológico de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato para trabajar el impacto socioambiental asociado a la tecnología a partir de las interacciones CTSA, así como las concepciones del alumnado de Educación Secundaria sobre dicho impacto y las posibilidades de favorecer su implicación en la adopción de medidas relacionadas con un consumo responsable de la misma mediante la implementación de una propuesta de intervención didáctica basada en la metodología Aprendizaje-Servicio.

Palabras Clave: Interacciones CTSA, Sostenibilidad, Educación para el Desarrollo Sostenible, Impacto socioambiental, Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Consumo responsable.

RESUM

Des de fa dècades, són nombroses les investigacions, per part d'especialistes i organismes internacionals, que assenyalen la necessitat de proporcionar a l'alumnat una visió global de l'actual situació d'emergència planetària amb la finalitat d'implicar a les noves generacions en la construcció de societats més justes i sostenibles. Aquest Treball de Fi de Màster pretén donar resposta a aquestes crides abordant, en particular, les possibilitats que ofereix el currículum de les assignatures de l'àmbit científic-tecnològic d'Educació Secundària Obligatoria i Batxillerat per a treballar l'impacte socioambiental associat a la tecnologia a partir de les interaccions CTSA, així com les concepcions de l'alumnat d'Educació Secundària sobre aquest impacte i les possibilitats d'afavorir la seua implicació en l'adopció de mesures relacionades amb un consum responsable de la mateixa mitjançant la implementació d'una proposta d'intervenció didàctica basada en la metodologia Aprenentatge-Servei.

Paraules Clau: Interaccions CTSA, Sostenibilitat, Educació per al Desenvolupament Sostenible, Impacte socioambiental, Educació Secundària Obligatoria, Batxillerat, Consum responsable.

ABSTRACT

For decades, numerous studies by specialists and international organisations have been pointing to the need to provide students with a global vision of the current planetary emergency situation in order to involve the new generations in the construction of fairer and more sustainable societies. This Master's Thesis aims to respond to this call by addressing, in particular, the possibilities offered by the curriculum of scientific-technological subjects in Compulsory Secondary Education and Baccalaureate to work on the socio-environmental impact associated with technology based on STSE interactions, as well as the conceptions of Secondary Education students about this impact and the possibilities of encouraging their involvement in the adoption of measures related to the responsible consumption of technology through the implementation of a didactic intervention proposal based on the Service-Learning methodology.

Key Words: STSE Interactions, Sustainability, Education for Sustainable Development, Socio-environmental Impact, Compulsory Secondary Education, Baccalaureate, Responsible Consumption.

ÍNDICE

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR Y JUSTIFICACIÓN DE SU IMPORTANCIA.....	2
2.	ENUNCIADO DE LAS HIPÓTESIS Y MARCO TEÓRICO	6
2.1.	LAS INTERACCIONES CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE (CTSA) EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA	7
2.2.	CTSA Y EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (EDS).....	9
2.3.	LOS PROYECTOS APRENDIZAJE-SERVICIO (ApS) COMO METODOLOGÍA PARA INTRODUCIR LA SOSTENIBILIDAD EN EL CURRÍCULUM DE CIENCIAS	10
3.	DISEÑOS EXPERIMENTALES	12
3.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA PONER A PRUEBA LA PRIMERA HIPÓTESIS.....	12
3.2.	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA PONER A PRUEBA LA SEGUNDA HIPÓTESIS.....	13
3.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA PONER A PRUEBA LA TERCERA HIPÓTESIS	17
3.3.1.	Diseño de una propuesta didáctica basada en la metodología ApS desde el ámbito científico-técnico	17
3.3.2.	Diseño para la evaluación de la propuesta didáctica	28
4.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
4.1.	RESULTADOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN REFERENCIA A LA PRIMERA HIPÓTESIS	29
4.2.	RESULTADOS DE LOS DISEÑOS EXPERIMENTALES EN REFERENCIA A LA SEGUNDA Y TERCERA HIPÓTESIS	35
4.2.1.	Análisis de las concepciones de los estudiantes	35
4.2.1.1.	Resultados de las cuestiones relativas al consumo de la tecnología digital	35
4.2.1.2.	Resultados de las cuestiones relativas a la extracción de materiales.....	37
4.2.1.3.	Resultados de las cuestiones relativas a la gestión de dispositivos en desuso	40
4.2.1.4.	Resultados de las cuestiones relativas al impacto asociado al ciclo de vida de un teléfono móvil y la necesidad de su adecuado reciclaje	43
4.2.2.	Resultados de la implementación del programa de actividades	46
4.2.3.	Resultados del cuestionario de evaluación del programa de actividades	48
5.	CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	51
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
	ANEXOS.....	62

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR Y JUSTIFICACIÓN DE SU IMPORTANCIA

Desde hace décadas son numerosos los estudios por parte de instituciones mundiales y especialistas que señalan la importancia y la necesidad de proporcionar a la ciudadanía una visión global que permita comprender la gravedad de la actual situación de crisis planetaria (Bybee, 1991; Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo [CNUMAD], 1992; Gil Pérez et. al, 2003; Hicks y Holden, 1995; Huckle y Wals, 2015; Leal Filho et al., 2015; Marques et al., 2008; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2015, 2017, 2020; Vilches y Gil-Pérez, 2009). Se trata de una situación caracterizada por numerosos problemas estrechamente relacionados que se potencian mutuamente, como son la contaminación y la degradación de ecosistemas, el cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales, los desequilibrios insostenibles, la pérdida de diversidad biológica y cultural, el hiperconsumo de las sociedades desarrolladas, etc. que amenazan incluso la continuidad de la especie humana (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo [CMMD], 1988; CNUMAD, 1992; Lewin, 1997; Vilches y Gil-Pérez, 2009; Vilches et al., 2014; Worldwatch Institute, 1984-2018).

En este contexto, la importancia concedida a la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) ha sido creciente desde principios de este siglo (UNESCO 2002, 2005a, 2005b, 2009, 2014a y 2014b). En particular, la UNESCO reconoce que *“ahora es el momento para que cada sistema educativo lidere la transformación necesaria para encaminar a nuestro mundo hacia una mayor justicia y sostenibilidad, ya que nuestro futuro común depende de nuestras acciones en el presente”* (UNESCO, 2020, pp.iii).

Así pues, todos/as los/as docentes estamos llamados/as a incorporar la EDS en nuestras asignaturas para formar una ciudadanía crítica que sea capaz de hacer frente a los desafíos actuales.

En el caso de España, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE) destaca en su preámbulo la necesidad de ampliar los objetivos de la Ley Orgánica de Educación (LOE) de 2006, con los propios de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), insistiendo en que estos objetivos se *“incardinan en los planes y programas educativos de toda la enseñanza obligatoria, incorporando los conocimientos, capacidades, valores y actitudes que necesitan todas las personas para vivir una vida plena, adoptar decisiones fundamentadas ante diversas situaciones y asumir un papel activo a la hora de afrontar y resolver los problemas del entorno, tanto desde un enfoque local, como global”* (Ley Orgánica 3/2020, pp.4). Así, dentro de este planteamiento, se destaca como uno de los principios educativos relevantes: *“la educación para la transición ecológica con criterios de justicia social como contribución a la sostenibilidad ambiental, social y económica”* (Morán et al., 2021, pp.4).

En concreto, la Agenda 2030 de Naciones Unidas (ONU, 2015) pretende ser una hoja de ruta para que los países emprendan mejoras que pongan freno a la pobreza, a la vez

que se potencian actuaciones en aras de la sostenibilidad del planeta. Entre sus 17 objetivos, el número 4 se dedica al fomento de la “Educación de calidad” y, entre sus metas (meta 4.7), se encuentra la “Educación global para el desarrollo sostenible”, que tiene como objetivo que *“todo el alumnado adquiera los aprendizajes necesarios como para promover la sostenibilidad, la justicia social, la equidad y la profundización de la democracia, todo ello con anterioridad al año 2030”* (ONU, 2015).

En el ámbito de la educación científica, las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) representan una oportunidad para abordar la EDS en todos los niveles educativos (Solbes et. al, 2001; Solbes y Vilches, 1997, 1998 y 2005). Tal y como afirman Solbes y Vilches (2004), *“una correcta alfabetización científica del conjunto de los ciudadanos se presenta con más claridad ante la situación de auténtica emergencia planetaria (Bybee, 1991)”*. Asimismo, diferentes investigaciones han puesto de manifiesto que existen ocasiones en el currículum de asignaturas de Educación Secundaria como Física y Química o Tecnología para incorporar la EDS en dichas materias (Calero et al., 2019; Chuliá et al, 2022; Reverte, 2020).

Por otra parte, algunas de las metodologías más apropiadas para introducir la Sostenibilidad en el currículum de Educación Secundaria son el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Estudio de Casos o el Aprendizaje-Servicio (ApS) (Ofei-Manu y Didham, 2018; Resch, 2018, Sigmon, 1994; UNESCO 2017). Como consideran algunos autores, los proyectos de ApS *“pueden generar un aprendizaje significativo promoviendo la adquisición de competencias de Sostenibilidad relacionadas con la toma de decisiones, la resolución de problemas, la investigación, el análisis y la negociación. Esto permite al alumnado tomar conciencia y trabajar de manera creativa y colaborativa potenciando la responsabilidad social y percibiendo el impacto positivo que produce el servicio que se está realizando a la comunidad”* (Menargues et al., 2021).

Se trata de una metodología *“que combina el proceso de aprendizaje (de contenidos, competencias, habilidades y valores) con la detección, análisis y posible solución de las necesidades de una comunidad”* (Sánchez Carracedo et al., 2017). Fue introducida inicialmente en las facultades de educación y pedagogía, sin embargo, puede utilizarse también para mejorar la enseñanza de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM), tanto en los niveles de Educación Secundaria como de Educación Superior, si se le ofrece al alumnado la posibilidad de participar en proyectos cuya finalidad sea aumentar sus competencias técnicas y sus competencias en Sostenibilidad, realizando un trabajo útil para la sociedad (Furco y Billig, 2002; Kammler et al., 2012; Tedesco y Salazar, 2006). El ApS es, por tanto, una metodología que permite reforzar simultáneamente el compromiso social y la formación de una ciudadanía responsable (Sánchez Carracedo et al., 2017).

En la literatura pueden encontrarse diferentes propuestas sobre cómo introducir el “servicio” en el “aprendizaje” de las Ciencias y la Tecnología proponiendo a los/as estudiantes su participación en proyectos cuyo objetivo sea ampliar sus competencias a través de una aproximación solidaria y de compromiso social (Hayford et al., 2014; Sánchez Carracedo et al., 2016; Sánchez Carracedo y López, 2021).

En el caso de la Tecnología, el rápido desarrollo tecnológico de las últimas dos décadas ha acelerado la transformación de la sociedad e impulsado el consumo de productos de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) (ordenadores portátiles, tablets, teléfonos móviles inteligentes, etc.) cuya fase de producción requiere de una enorme cantidad de materias primas, como metales básicos, metales preciosos y elementos de tierras raras (Cucchiella et al., 2015), así como de elevadas cantidades de energía, responsables de altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero (Sánchez Carracedo y López, 2021). Al finalizar la vida útil de estos productos, se convierten en un tipo especial de residuo conocido como basura electrónica o e-waste. Es el residuo que de manera más rápida está creciendo en el mundo en los últimos años (Awasthi et al., 2018; Baldé et al., 2017; Foro WEEE, 2021; Nuñez Torrón, 2021): en 2019 se generaron 53,6 millones de toneladas, esto es equivalente en peso a todos los aviones comerciales construidos hasta la fecha y supone un 21% más que en 2014, y esta cantidad aumentó a 57,4 Mt en 2021. Se trata de una magnitud que, según datos del Foro Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), supera a la Gran Muralla China, la construcción humana más pesada del mundo.

Según un informe de la Plataforma para Acelerar la Economía Circular (PACE) y la Coalición de Residuos Electrónicos de las Naciones Unidas, publicado por el Programa de la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA), las cifras ascenderán a 74,4 millones de toneladas para 2030 y en 2050 se producirán 120 millones de toneladas si se mantienen las tendencias actuales (PNUMA, 2021).

Por otra parte, tal y como también revela el informe, *“menos del 20% de los desechos electrónicos se recicla formalmente y el 80% termina en vertederos o se recicla de manera informal, gran parte de ellos en los países en desarrollo, lo que expone a los trabajadores a sustancias cancerígenas y peligrosas como el mercurio, el plomo y el cadmio. Los desechos electrónicos en vertederos contaminan el suelo y las aguas subterráneas, poniendo en riesgo los sistemas de suministro de alimentos y las fuentes de agua”* (PNUMA, 2021). Del mismo modo, el informe señala que *“además de los impactos en la salud y la contaminación, el manejo inadecuado de los desechos electrónicos está generando una pérdida significativa de materias primas escasas y valiosas, como el oro, el platino y el cobalto. Hasta un 7% del oro mundial puede estar contenido actualmente en desechos electrónicos”* (PNUMA, 2021).

Se calcula que en un millón de teléfonos móviles hay incrustados 24 kilos de oro, 16.000 kilos de cobre, 350 kilos de plata y 14 kilos de paladio, metales que podrían recuperarse y devolverse al ciclo de producción, contribuyendo a la economía circular y evitando la extracción de nuevos materiales (Foro WEEE, 2021).

Ante esta situación, los miembros de PACE y la Coalición sobre Residuos Electrónicos de las Naciones Unidas, incluyendo al Programa de la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, el Foro Económico Mundial y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, solicitan que se revise el sistema electrónico actual con el fin de impulsar una economía circular en la que los recursos, en lugar de ser extraídos, utilizados y descartados, sean reutilizados, disminuyendo su huella de carbono y contribuyendo a mitigar el cambio climático, ya

que cada tonelada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) reciclada evita alrededor de 2 toneladas de emisiones de CO₂.

Nos encontramos ante unas cifras alarmantes que guardan relación directa con la obsolescencia programada y con las escasas opciones disponibles para arreglar los dispositivos rotos o estropeados, de modo que estos son almacenados en los hogares. En Europa, uno de cada 7 dispositivos electrónicos está guardado en un cajón por falta de uso o porque ha dejado de funcionar (Núñez-Torrón, 2021). Así pues, tal y como afirma Pitron (2021) *“la tecnología digital, tal como se está desarrollando ante nuestros ojos, no se ha puesto, en su inmensa mayoría, al servicio del planeta y del clima. Presenta una apariencia evanescente, pero paradójicamente ella, más que otros elementos, nos ha de proyectar ante los límites físicos y biológicos de nuestra casa común”*.

En este contexto la investigación que nos proponemos llevar a cabo, con la finalidad de favorecer la adquisición de competencias en Sostenibilidad en Educación Secundaria, pretende dar respuesta a algunas de las siguientes cuestiones relacionadas, en particular, con las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología digital:

- ¿Qué oportunidades ofrece el currículum de Física y Química y otras materias científicas para el tratamiento de la problemática asociada al consumo de productos de tecnología digital?
- ¿Hasta qué punto el alumnado de Ed. Secundaria conoce cuáles son las implicaciones ambientales y sociales del consumo de dispositivos electrónicos?
- ¿Es consciente de la cantidad de materiales necesarios para la fabricación de estos dispositivos y de las condiciones en las que se realiza la extracción de materias primas?
- ¿Qué concepciones tienen los/as estudiantes de Ed. Secundaria sobre la huella ecológica y el impacto ambiental de los dispositivos electrónicos de uso común?
- ¿Conocen las diferentes posibilidades de reciclaje de los dispositivos electrónicos que existen?
- ¿Cuáles son las percepciones de los/as estudiantes sobre la reutilización de teléfonos móviles? ¿Son conscientes de su importancia?
- ¿Cuáles son las razones por las que no se devuelven los teléfonos móviles para su reciclaje?
- ¿Qué actividades y propuestas educativas se podrían diseñar para contribuir a la implicación de los/as estudiantes de Educación Secundaria en la adopción de medidas para hacer frente a la problemática asociada al consumo de productos tecnología digital?
- ¿Qué posibilidades ofrece la metodología basada en Proyectos de Aprendizaje-Servicio (ApS) para el desarrollo de competencias de Sostenibilidad?
- ¿En qué medida la participación en un proyecto ApS puede favorecer la implicación del alumnado de Ed. Secundaria en la adopción de medidas relacionadas con un consumo responsable de productos de tecnología digital?

2. ENUNCIADO DE LAS HIPÓTESIS Y MARCO TEÓRICO

El presente Trabajo Final de Máster se enmarca en una línea de investigación del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València que desde hace décadas trata de impulsar la EDS en los diferentes niveles educativos (Calero et al., 2019; Chuliá et al., 2022; Gil-Pérez et al., 2003; Gil-Pérez y Vilches, 2019; Vilches et al., 2014).

Con el fin de dar una respuesta tentativa a las cuestiones planteadas en el apartado anterior, en este apartado enunciaremos las hipótesis que han focalizado nuestra investigación, así como el marco teórico que permite fundamentarlas a partir de trabajos anteriores del ámbito de la didáctica de las ciencias. Así pues, las primeras reflexiones en torno a las cuestiones planteadas anteriormente nos conducen a dar las siguientes respuestas que constituyen las hipótesis de este trabajo:

- 1. En el currículum de las asignaturas científico-tecnológicas de Educación Secundaria (ESO) y Bachillerato existen oportunidades para trabajar las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología a partir de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA).**
- 2. A pesar de ello, el alumnado de Educación Secundaria desconoce, en particular, cuáles son las implicaciones ambientales y sociales asociadas a la tecnología digital y al uso de dispositivos electrónicos.**
- 3. La participación en una propuesta de intervención didáctica basada en la metodología Aprendizaje-Servicio e implementada desde el ámbito científico-técnico, puede favorecer la implicación del alumnado de Educación Secundaria en la adopción de medidas relacionadas con un consumo responsable de la tecnología digital.**

La primera hipótesis ha sido formulada teniendo en cuenta los resultados obtenidos en estudios e investigaciones previas sobre la atención prestada a las interacciones CTSA en la educación científica. Estudios que han puesto de manifiesto la posibilidad de trabajar competencias en Sostenibilidad a partir de las relaciones CTSA contempladas en el currículum de ESO y Bachillerato.

En cuanto a la segunda hipótesis, esta se fundamenta en trabajos que han demostrado la escasa atención prestada a la EDS en el ámbito de la educación formal y la urgente necesidad de incorporarla en Educación Secundaria ante la gravedad de los problemas derivados del creciente consumo de dispositivos electrónicos y el impacto ambiental y social de la tecnología digital.

Por último, la tercera hipótesis se fundamenta en las posibilidades que ofrece la metodología Aprendizaje-Servicio para introducir la Sostenibilidad en el currículum de Educación Secundaria, así como en trabajos anteriores que, tal y como hemos estudiado en el Máster en Profesorado de Educación Secundaria, han demostrado que a través de intervenciones didácticas con orientaciones constructivistas es posible mejorar las

concepciones y la implicación del alumnado en la construcción de un presente y un futuro más sostenibles.

2.1. LAS INTERACCIONES CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE (CTSA) EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

Desde hace décadas, la realidad social, político y cultural que rige nuestra forma de vida ha sufrido un cambio sustancial debido a los últimos avances científicos y tecnológicos, afectando directamente a nuestro entorno natural y social, por lo que es esencial favorecer desde la educación la reflexión crítica de la ciudadanía acerca de su responsabilidad sobre estos ámbitos (Prieto y España, 2010).

En el ámbito de la educación científica, la implementación de un enfoque educativo basado en las interacciones CTSA puede contribuir no solo a un aprendizaje más significativo, ya que la contextualización y humanización de la ciencia permite mostrar la utilidad del conocimiento científico en la vida cotidiana, sino también a la formación de una ciudadanía capaz de analizar problemas socio-científicos y tomar decisiones responsables en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología (alfabetización científica y tecnológica de la sociedad).

En este sentido, Ríos y Solbes (2007) afirman que la contextualización de los conceptos, procesos y sistemas científicos y tecnológicos permite comprenderlos mejor, así como su importancia creciente en nuestra sociedad.

Del mismo modo, según Fourez (1994), es imprescindible la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía por razones de carácter económico, político-social, cultural y funcional. Así pues, este autor considera que la enseñanza de la ciencia y la tecnología, así como de sus relaciones con la sociedad y el ambiente, son de vital importancia en la sociedad por diversos motivos:

- Para asegurar el desarrollo continuo de una sociedad, pues la formación de científicos/as y tecnólogos/as proporciona medios humanos que propicien un óptimo desarrollo económico (carácter económico).
- Para poseer cultura científica y tecnológica suficiente que permita ejercer el derecho democrático a la hora de tratar aspectos de este campo controlando así las decisiones de científicos/as y tecnólogos/as (carácter político-social).
- Para otorgar el derecho a la ciudadanía de poseer el conocimiento científico y tecnológico vital para comprender la cultura de la que forma parte (carácter cultural).

En la misma línea, Prieto y España (2010) reconocen que como consecuencia de la presencia creciente de la tecnociencia en nuestra sociedad surge el carácter funcional de este conocimiento, con el fin de facilitar la posibilidad de desenvolverse de forma autónoma en el mundo que nos rodea ejerciendo la responsabilidad en las actuaciones propias.

Por otra parte, respecto a la influencia de la atención a las interacciones CTSA sobre las concepciones de los/as estudiantes, Ríos y Solbes (2007) afirman que un tratamiento adecuado de estas interacciones conlleva:

- Una mejora de las motivaciones y actitudes del alumnado.
- Una imagen positiva de las ciencias.
- Una disminución de las concepciones alternativas de los/as estudiantes.
- Un mayor conocimiento de las aplicaciones de las ciencias y su conexión con la realidad, así como de sus implicaciones sociales y ambientales.
- Un aumento del sentido crítico, mediante una visión adecuada de las ventajas y desventajas de las ciencias.
- La estructuración de los conceptos científicos hacia un aprendizaje significativo.

Por tanto, un adecuado tratamiento de las relaciones CTSA influye positivamente en las concepciones de los/as estudiantes sobre las ciencias, aumentando su interés y mejorando sus actitudes hacia la materia mediante la comprensión de su utilidad e importancia en la vida cotidiana.

Para conseguir la implementación de este enfoque en la enseñanza formal de las ciencias es necesario aumentar la interdisciplinariedad de la educación, dejando atrás la visión clásica de la enseñanza como mera locución de conocimientos, principalmente teóricos y procedimentales, y favoreciendo la implementación de métodos donde la enseñanza y el aprendizaje vayan de la mano aportando sentido y utilidad a aquello que se aprende mediante la contextualización de la materia.

En cuanto a las posibilidades a la hora de introducir las interacciones CTSA en la enseñanza de las ciencias, Carpena y Lopesino (2001) destacan las siguientes:

- Introducir su tratamiento en la fase de identificación de conceptos, mediante situaciones y problemas relacionados con el entorno del alumnado y el contexto histórico o social; por ejemplo, mediante la ejemplificación en ámbitos de la vida cotidiana.
- Comenzar por la fase de aplicación de los conceptos, planteando inicialmente un tema o problema científico de interés en su contexto social, a partir del cual se introduzcan los conceptos necesarios para su comprensión e interpretación a medida que se lleva a cabo la aplicación de los mismos; por ejemplo, mediante la resolución de un problema ambiental.
- Introducir las relaciones CTSA de forma transversal al currículum, a partir de unos contenidos propios que posibiliten al alumnado comprender el funcionamiento interno de la ciencia y su relación con el contexto social en el que se desarrolla; por ejemplo, contemplando aspectos técnicos, económicos, políticos y culturales.

Es importante señalar que las tres posibilidades de integración de las relaciones CTSA en la enseñanza de las ciencias son enriquecedoras para el proceso de aprendizaje, por lo que convendría no recurrir siempre a la más sencilla (la primera), como suele

ocurrir en la mayoría de los entornos educativos actuales, sino combinar las distintas modalidades para asegurar un óptimo manejo de dichos contenidos y contribuir a un aprendizaje significativo.

Por otra parte, Carpena y Lopesino (2001) consideran que a la hora de implementar intervenciones didácticas que integren las interacciones CTSA debemos intentar que permitan al alumnado participar no sólo de la forma de hacer ciencia, sino también del apasionado debate social que hoy en día plantean algunos temas científicos, así como del adecuado tratamiento de los contenidos CTSA más importantes, tales como:

- Historia y naturaleza de la ciencia.
- Modelo de desarrollo de la ciencia actual.
- Ciencia, economía y medio ambiente.
- Límites éticos de la ciencia.
- Participación ciudadana en el control de la ciencia.

Así pues, tal y como consideran Prieto y España (2010), la enseñanza de las ciencias constituye un vehículo privilegiado para formar a los/as futuros/as ciudadanos/as en una sociedad cada vez más tecnificada, avanzando hacia perspectivas más integradoras que acerquen al alumnado a la realidad científico-tecnológica que nos rodea.

2.2. CTSA Y EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (EDS)

Al considerar la importancia de atender a las interacciones CTSA en la educación científica es preciso hacer referencia, tal y como ya se ha comentado en el primer capítulo de este TFM, a la idea de que los profundos avances tecnológicos acontecidos en las últimas décadas, junto al hiperconsumo de las sociedades desarrolladas, han desembocado en una situación de auténtica emergencia planetaria (Bybee, 1991) nutrida por problemáticas sociales y ambientales (contaminación ambiental, agotamiento y destrucción de recursos naturales, urbanización acelerada y desordenada, degradación de los ecosistemas, pérdida de diversidad cultural...), ambas interrelacionadas, cuyo enfrentamiento es uno de los principales retos a los que ha de hacer frente la humanidad (Diamond, 2006; Duarte, 2006; Orr, 1995; Sachs et al., 2022; Vilches et al., 2014; Vilches y Gil, 2003).

Como es sabido, la educación es una de las herramientas más poderosas para facilitar la adaptación de las sociedades a las circunstancias del mundo en el que vivimos, por lo que la premura de la situación exige su empleo como motor de cambio social hacia una transición a la Sostenibilidad.

En este sentido, la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) impulsada por la UNESCO (2014a, 2014b, 2015, 2017, 2020) trata de favorecer la incorporación de un enfoque ecosocial en los sistemas educativos como aporte indispensable para el logro de los ODS que conforman la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015).

Así pues, la EDS pretende integrar contenidos y competencias para el Desarrollo Sostenible de forma transversal al proceso de enseñanza-aprendizaje en su conjunto, de manera que el alumnado sea capaz de comprender cómo nuestras actuaciones afectan al medioambiente y en consecuencia a nuestras vidas, de adquirir una conciencia responsable y comprometida, y de aplicar el conocimiento científico y sus herramientas para interpretar y afrontar los retos que nos presenta la emergencia actual; para así convertirse en parte de una ciudadanía activa y respetuosa con el medio ambiente y con aquellos/as que nos rodean.

De igual modo, la alfabetización ecosocial es esencial para que los/as futuros/as ciudadanos/as aprendan a vivir con justicia y sostenibilidad, desmontando la insostenible cultura actual basada en el individualismo (economía lineal) y promoviendo una forma de vida sostenible que permita nuestra supervivencia, basada en una mirada colectiva en la que la economía y el entorno se apoyen mutuamente bajo éxitos conjuntos (economía circular). Para ello, tal y como considera Hernández (2015), es imprescindible promover desde la escuela un análisis crítico sobre los hábitos y formas de hacer ideas y valoraciones, ampliamente aceptadas, que sostienen la actual cultura del hiperconsumo de las sociedades desarrolladas, puesto que esta es una de las principales causas de la actual situación de emergencia planetaria.

Por otro lado, los centros educativos son un espacio idóneo para generar una educación transformadora y poner en marcha esta transición ecosocial. En este sentido, sería un error reducir su consideración meramente al aprendizaje de ideas, puesto que es también necesario atender a la realidad material que suponen como infraestructuras en las que se gestionan suministros de energía, agua, alimentos o telecomunicaciones, cuya gestión puede hacerse desde el ahorro, la participación comunitaria, el principio de precaución, el cuidado de la salud y la responsabilidad ecológica (Pascual, 2021). Por este motivo, los centros educativos han de adquirir protagonismo y convertirse en entornos donde la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) impregne el aprendizaje, fomentando el pensamiento crítico y promoviendo la cooperación para transitar hacia un modo de vida respetuoso con los límites del planeta.

Por último, apuntar que la utilización de metodologías coherentes con el enfoque de la EDS que fomenten el razonamiento crítico y la colaboración, como es el caso de la resolución de problemas reales (ABP), la realización de un servicio a la comunidad (ApS) y el aprendizaje cooperativo, es imprescindible para que el alumnado alcance las competencias para el Desarrollo Sostenible que permitirán su actuación futura hacia el cambio (Calero et al., 2019). A continuación, nos centraremos, en particular, en exponer las posibilidades que ofrece la metodología ApS en el ámbito científico-técnico.

2.3. LOS PROYECTOS APRENDIZAJE-SERVICIO (ApS) COMO METODOLOGÍA PARA INTRODUCIR LA SOSTENIBILIDAD EN EL CURRÍCULUM DE CIENCIAS

Como se ha señalado anteriormente, la implementación de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) requiere el desarrollo de competencias de Sostenibilidad tales como el pensamiento sistémico y de anticipación, la adquisición de valores, la

capacidad estratégica, las habilidades interpersonales, el razonamiento crítico, la autoconciencia y la disposición resolutiva (Cebrián et al., 2019; UNESCO, 2017). Para llevar a cabo su integración en el ámbito educativo es necesario dejar atrás las metodologías tradicionales e introducir metodologías que fomenten el desarrollo de este tipo de competencias.

En el ámbito científico-técnico, tal y como consideran Menargues et al. (2021), la alfabetización científica del alumnado puede contribuir a cimentar las bases de su competencia ciudadana mediante la construcción de una capacidad crítica y analítica que permita una fundamentada toma de decisiones en una sociedad democrática y favorezca un sentido de la responsabilidad y la formación de una ciudadanía promotora de cambios justos y equitativos.

La metodología de aprendizaje-servicio (ApS) desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma experiencial generando un aprendizaje significativo y potenciando competencias propias de la EDS, puesto que, permite adquirir conocimientos y competencias durante la realización de proyectos curriculares que dan respuesta a necesidades reales, poniendo el aprendizaje a disposición del servicio (Cebrián et al., 2019).

En particular, puede utilizarse para mejorar la enseñanza de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM) si se le ofrece al alumnado la posibilidad de participar en proyectos cuya finalidad sea aumentar sus competencias técnicas y sus competencias en Sostenibilidad, realizando un trabajo útil para la sociedad (Furco y Billig, 2002; Kammler et al., 2012; Tedesco y Salazar, 2006).

Se trata de una metodología cuyo potencial social promueve competencias clave en Sostenibilidad relacionadas, como ya se ha señalado, con la toma de decisiones, la resolución de problemas, la investigación, el análisis y la negociación. Del mismo modo, permite al alumnado desarrollar su responsabilidad social y recibir feedback de su esfuerzo mediante el impacto positivo que produce el servicio realizado a la comunidad, aumentando así su motivación por aprender (Menargues et al., 2021).

El tratamiento de problemas reales propio del ApS puede favorecer la comprensión de temas sobre Sostenibilidad otorgando al alumnado una visión holística de los retos a enfrentar y promover la colaboración como medio para la resolución de los mismos; pero, sobre todo, puede facilitar la formación de ciudadanos/as capacitados/as para guiar la sociedad en base a principios éticos y valores sociales justos y solidarios (Verdera, 2015).

Además, este método de enseñanza-aprendizaje puede conseguir transformaciones personales y profesionales tanto en el alumnado como en el profesorado y en los centros educativos donde se lleva a cabo, así como en el entorno social donde se realiza el servicio (García et al., 2014). Esto se debe a que la implicación requerida en el ApS y la persecución de objetivos comunes resulta suficientemente gratificante como para reforzar el trabajo realizado y promover un papel activo de la comunidad educativa en la construcción de sociedades más justas y sostenibles.

3. DISEÑOS EXPERIMENTALES

En los capítulos anteriores señalábamos que este trabajo se enmarca en una amplia línea de investigación que pretende impulsar la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en todos los niveles educativos. A continuación, se detallan los diseños experimentales propuestos con el fin de poner a prueba nuestras conjeturas iniciales, así como los criterios de análisis que se han tenido en cuenta en cada uno de ellos.

3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA PONER A PRUEBA LA PRIMERA HIPÓTESIS

En primer lugar, nuestra primera hipótesis de trabajo consideraba:

“En el currículum de las asignaturas científico-tecnológicas de Educación Secundaria (ESO) y Bachillerato existen oportunidades para trabajar las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología a partir de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA)”.

Para poner a prueba esta hipótesis se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva del contenido de los siguientes documentos:

- Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunidad Valenciana (CV).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Documento puente, elaborado por el Servicio de Formación del Profesorado de la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte de la CV.

Durante la revisión realizada se ha tratado de identificar los contenidos de las diferentes materias que brindan la oportunidad de trabajar, las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología a partir de las relaciones CTSA.

La Tabla I muestra la plantilla para la recogida de los resultados del análisis curricular de las asignaturas del ámbito científico-tecnológico presentes en la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, a partir de la cual se toma nota de la Materia, el Curso, el Bloque, los Contenidos, los Criterios de evaluación y los Indicadores de logro (recogidos en el documento puente de la CV) o los Estándares de aprendizaje (recogidos en el RD 1105/2014) identificados como adecuados para el tratamiento en el aula de las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología.

Materia	Curso	Bloque	Contenidos	Criterios de Evaluación	Indicadores de logro / Estándares de aprendizaje

Tabla I. Diseño realizado para la recogida de resultados del análisis curricular.

Las oportunidades detectadas a través del análisis se tendrán en cuenta a la hora de diseñar la propuesta de un programa de actividades que se empleará para poner a prueba la tercera hipótesis de este trabajo.

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA PONER A PRUEBA LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Por otra parte, nuestra segunda hipótesis de trabajo expresaba:

“El alumnado de Educación Secundaria desconoce, en particular, cuáles son las implicaciones ambientales y sociales asociadas a la tecnología digital y al uso de dispositivos electrónicos”.

Para poner a prueba esta hipótesis se ha diseñado el cuestionario validado por expertos/as del ámbito de la didáctica de las ciencias que se recoge en la Tabla II. Este cuestionario plantea una serie de preguntas, a través de las cuales se pretende identificar la conciencia ambiental y social del alumnado en base no solo a sus concepciones previas, sino también según sus hábitos y tipo de consumo de dispositivos electrónicos. Para su diseño se ha consultado abundante literatura sobre el tema, y los artículos que se han tomado como referencia para el diseño de cada una de las cuestiones se muestran, de igual modo, en la Tabla II.

Cuestionario sobre Tecnología para el Alumnado de Educación Secundaria	
ÍTEM	Referencia
1.- ¿Cada cuánto tiempo cambias de teléfono móvil? <input type="checkbox"/> 1 año <input type="checkbox"/> 2 años <input type="checkbox"/> 3 años <input type="checkbox"/> 4 años <input type="checkbox"/> 5 años <input type="checkbox"/> Más de 5 años	Menargues et al. (2021) Ylä-Mella et al. (2015) Yin et al. (2014)
2.- ¿Cuáles son los motivos que te han llevado a comprar un teléfono móvil nuevo? <input type="checkbox"/> Estilo anticuado <input type="checkbox"/> El teléfono antiguo no funcionaba adecuadamente <input type="checkbox"/> Los últimos modelos presentan nuevas aplicaciones <input type="checkbox"/> Otros	Menargues et al. (2021) Ylä-Mella et al. (2015) Yin et al. (2014)
3.- ¿Sabes qué materiales se necesitan para fabricar teléfonos móviles? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO	Menargues et al. (2021)
4.- En caso afirmativo, indica cuáles conoces	Menargues et al. (2021)
5.- ¿Sabes de dónde se extraen esos materiales? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> NO	Menargues et al. (2021)

<p>6.- ¿Sabes si la extracción de esos materiales tiene algún impacto sobre las personas que viven en esa zona?</p> <p><input type="checkbox"/> Sí</p> <p><input type="checkbox"/> NO</p>	Menargues et al. (2021)
<p>7.- En caso afirmativo, indica cuáles conoces</p>	Menargues et al. (2021)
<p>8.- ¿Qué sueles hacer con los teléfonos móviles que ya no te sirven?</p> <p><input type="checkbox"/> Los guardo en casa</p> <p><input type="checkbox"/> Se los doy a un familiar o amigo/a</p> <p><input type="checkbox"/> Los vendo</p> <p><input type="checkbox"/> Los dejo en la tienda al comprar uno nuevo</p> <p><input type="checkbox"/> Los llevo a un punto de reciclaje</p> <p><input type="checkbox"/> Los tiro a la basura</p> <p><input type="checkbox"/> Los dono a una ONG</p>	Menargues et al. (2021) Ylä-Mella et al. (2015) Yin et al. (2014)
<p>9.- ¿Tienes teléfonos móviles antiguos o en desuso en casa? En caso afirmativo, indica cuántos:</p> <p><input type="checkbox"/> No tengo ninguno</p> <p><input type="checkbox"/> 1</p> <p><input type="checkbox"/> 2</p> <p><input type="checkbox"/> 3</p> <p><input type="checkbox"/> 4</p> <p><input type="checkbox"/> 5</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 5</p>	Ylä-Mella et al. (2015)
<p>10.- Indica los motivos por los que sueles guardar teléfonos antiguos en casa:</p> <p><input type="checkbox"/> No almaceno estos dispositivos en casa</p> <p><input type="checkbox"/> Pueden resultar útiles en un futuro, los guardo como teléfonos de repuesto</p> <p><input type="checkbox"/> No me preocupa su eliminación</p> <p><input type="checkbox"/> Son dispositivos valiosos</p> <p><input type="checkbox"/> Dispongo de suficiente espacio para guardarlos</p> <p><input type="checkbox"/> Desconozco dónde depositarlos</p>	Nowakowski (2019) Ylä-Mella et al. (2015)
<p>11.- Indica los motivos por los que no reciclas los teléfonos móviles en desuso:</p> <p><input type="checkbox"/> Prefiero regalar el teléfono a familiares o amigos que reciclarlo</p> <p><input type="checkbox"/> Desconozco dónde depositarlo para su reciclaje</p> <p><input type="checkbox"/> Los teléfonos móviles antiguos pueden ser utilizados como dispositivos de almacenamiento</p> <p><input type="checkbox"/> Por miedo a la divulgación de la privacidad</p> <p><input type="checkbox"/> Sí que los reciclo</p>	Yin et al. (2014)

<p>12.- ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como plomo, mercurio o arsénico?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> No, lo desconozco <input type="checkbox"/> Sí, conozco un poco sobre el tema <input type="checkbox"/> Sí, conozco el tema <input type="checkbox"/> Sí, conozco bastante sobre el tema <input type="checkbox"/> Sí, es un tema que me resulta muy familiar 	<p>Yin et al. (2014)</p>
<p>13.- ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen metales preciosos reciclables como el oro, la plata o el paladio?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> No, lo desconozco <input type="checkbox"/> Sí, conozco un poco sobre el tema <input type="checkbox"/> Sí, conozco el tema <input type="checkbox"/> Sí, conozco bastante sobre el tema <input type="checkbox"/> Sí, es un tema que me resulta muy familiar 	<p>Yin et al. (2014)</p>
<p>Valora tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el impacto del uso de teléfonos móviles (1=Total desacuerdo, 5=Muy de acuerdo):</p> <p>14) Comprendo el impacto ambiental que tienen los teléfonos móviles a lo largo de su ciclo de vida</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p> <p>15) Conozco la problemática social asociada al ciclo de vida de los teléfonos móviles:</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p> <p>16) Considero que realizo un consumo sostenible de esta tecnología:</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Elaboración propia</p> <p>Elaboración propia</p> <p>Segalàs y Sánchez (2019)</p>
<p>Valora tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el reciclaje de teléfonos móviles en desuso (1=Total desacuerdo, 5=Muy de acuerdo):</p> <p>17) El reciclaje de estos dispositivos reduce los peligros para la salud</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p> <p>18) El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce las posibilidades de daños accidentales en el hogar</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p> <p>19) El reciclaje adecuado de dispositivos electrónicos protege el medio ambiente de los productos químicos tóxicos</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Dhir et al. (2021)</p> <p>Dhir et al. (2021)</p> <p>Claudy et al. (2015)</p>

<p>20) El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce la emisión de gases de efecto invernadero</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Claudy et al. (2015)</p>
<p>21) Me da miedo que el centro de recogida pueda hacer un mal uso de mi dispositivo electrónico</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Kaur et al. (2020)</p>
<p>22) Considero que los gastos del manejo de dispositivos electrónicos para su reciclaje son altos.</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Laukkanen (2016), Wang et al. (2016)</p>
<p>23) En mi opinión, el reciclaje de residuos electrónicos es demasiado complicado para ser útil</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Kaur et al. (2020)</p>
<p>24) En mi opinión, no es fácil encontrar información sobre el reciclaje de residuos electrónicos.</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Tandon et al. (2020)</p>
<p>25) En mi opinión, no es fácil encontrar un centro de recogida de residuos electrónicos.</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Tandon et al. (2020)</p>
<p>26) He leído boletines, revistas u otras noticias escritas por grupos ecologistas.</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Tarrant y Cordell (1997)</p>
<p>27) Alguna vez he evitado comprar los productos de una empresa porque sentía que la empresa estaba dañando el medio ambiente.</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Tarrant y Cordell (1997)</p>
<p>28) El reciclaje de dispositivos electrónicos es bueno</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Wang et al. (2016), Kumar (2019)</p>
<p>29) Estoy dispuesto/a a hablar con mis amigos/as sobre los modos apropiados de deshacerse de los aparatos electrónicos (teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc.)</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Holland et al. (2016)</p>
<p>30) Estoy dispuesto/a a dedicar un tiempo a reciclar mis viejos aparatos electrónicos (teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc.)</p> <p>• 1 • 2 • 3 • 4 • 5</p>	<p>Holland et al. (2016)</p>
<p>En cada cuestionario se ha solicitado al alumnado que indique el Curso (1º ESO, 2º ESO, 3º ESO, 4º ESO, 1º BACHILLERATO o 2º BACHILLERATO) y el Grupo (A, B, C, D o E) al que pertenece.</p>	

Tabla II. Cuestionario sobre las implicaciones socioambientales asociadas a la tecnología.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA PONER A PRUEBA LA TERCERA HIPÓTESIS

Una vez expuestos los diseños experimentales para poner a prueba nuestras dos primeras hipótesis, mostraremos a continuación los diseños propuestos para verificar nuestra tercera conjetura:

“La participación en una propuesta de intervención didáctica basada en la metodología Aprendizaje-Servicio e implementada desde el ámbito científico-técnico, puede favorecer la implicación del alumnado de Educación Secundaria en la adopción de medidas relacionadas con un consumo responsable de la tecnología digital”.

Con la finalidad de dar a conocer las implicaciones ambientales y sociales asociadas a la tecnología digital e impulsar la adopción de medidas que favorezcan un consumo responsable de los dispositivos electrónicos en el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria, se ha procedido al diseño e implementación de una estrategia de intervención didáctica que se pondrá en marcha durante el periodo de prácticas del Máster de profesorado de Educación Secundaria en dos centros concertados de la Comunidad Valenciana, uno de la ciudad de Valencia y otro de la comarca Horta Sud.

Esta estrategia, destinada a alumnado de 3º de Educación Secundaria Obligatoria, está basada en un programa de actividades preparado a partir de ejemplos fundamentados en la investigación didáctica (Gil y Vilches, 2005; Vilches et al., 2014; Menargues et al., 2021) y se llevará a cabo en grupos de trabajo colaborativos partiendo de los conocimientos previos del alumnado sobre esta problemática. A lo largo del programa de actividades se prestará especial atención al tratamiento de las interacciones CTSA.

Al finalizar el desarrollo del programa, se evaluará hasta qué punto han mejorado los conocimientos de los/as participantes y sus percepciones sobre la necesidad de adoptar medidas para conseguir reducir el impacto medioambiental y social asociado al uso de dispositivos electrónicos utilizando el cuestionario descrito en la Tabla II.

3.3.1. Diseño de una propuesta didáctica basada en la metodología ApS desde el ámbito científico-técnico

Este programa ha sido concebido, en particular, para ser llevado a cabo a lo largo de 16 sesiones en el marco del ámbito STEAM de 3º ESO que incluye las asignaturas Física-Química, Tecnología, Matemáticas y Biología-Geología para su implementación durante el periodo de prácticas del Máster en Profesor/a de Educación Secundaria. No obstante, se puede adaptar su implementación en función del tiempo disponible.

El programa contempla la vinculación de conceptos propios de la asignatura de Física-Química de 3º ESO (método científico, elementos químicos y sus propiedades, energía, etc.) a partir del estudio del ciclo de vida de un teléfono móvil y las problemáticas derivadas de cada una de sus fases, así como la posibilidad de participar

en acciones concretas de difusión de estas problemáticas a la comunidad educativa y de recogida de dispositivos electrónicos en desuso para su reciclaje.

En concreto, se podría implementar al abordar el estudio del Bloque 2 “La materia” al tratar el contenido curricular “Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones tecnológicas” propuesto en el Decreto 87/2015 de 5 de junio, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana.

No obstante, se trata de un programa de actividades fácilmente adaptable para otros cursos de Educación Secundaria Obligatoria, e incluso de Bachillerato. También es adecuado para trabajar esta temática en proyectos de ámbito incluyendo actividades que relacionen la temática directamente con contenidos más específicos de otras asignaturas como Biología-Geología (eutrofización, biodiversidad...), Tecnología (análisis de objetos, ahorro energético...), etc.

Con la implementación en el aula del programa de actividades se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Concienciar al alumnado de la importancia de un consumo sostenible de la tecnología para evitar la extinción de algunos elementos químicos, así como de las repercusiones sociales y económicas que esta ocasiona en el mundo.
- Relacionar las propiedades de los diferentes elementos químicos con el papel que estos desempeñan en la tecnología.
- Trabajar el concepto de energía y sus unidades a partir del análisis del consumo energético realizado por la utilización desmedida de los teléfonos móviles en nuestra sociedad.
- Contextualizar una problemática CTSA.
- Reflexionar sobre las implicaciones socioeconómicas del uso desmesurado e irresponsable de la tecnología.
- Conocer las consecuencias ambientales derivadas de la gran evolución que ha experimentado el sector tecnológico.
- Valorar la importancia de una economía circular.
- Favorecer la participación del alumnado en un proyecto de cooperación internacional para ayudar, en particular, a la población de la República Democrática del Congo (África).

Además, el programa de actividades diseñado pretende desarrollar las competencias clave para la Sostenibilidad propuestas por la UNESCO (2017). La Tabla III refleja de qué modo se trabajan estas ocho competencias clave para la Sostenibilidad, a lo largo de la propuesta didáctica:

COMPETENCIA CLAVE	PROPUESTA DIDÁCTICA DISEÑADA
Competencia de <u>pensamiento sistémico</u>	A partir de la necesidad de impulsar una tecnología sostenible los/as alumnos/as estructuran las diversas problemáticas derivadas de las fases del ciclo de vida de los dispositivos electrónicos.
Competencia de <u>anticipación</u>	A través del estudio del agotamiento de diferentes elementos químicos y el impacto ambiental de estos, los/as estudiantes pueden anticipar cómo será el futuro si no se actúa para evitar dicho escenario
Competencia <u>normativa</u>	Se trabajan con los/as alumnos/as los juicios morales relacionados con la extracción de materiales en países en desarrollo, así como el conflicto de intereses que se presenta entre los países desarrollados que buscan el beneficio económico a corto plazo y los países en desarrollo que sufren las consecuencias.
Competencia <u>estratégica</u>	Se trabaja en la parte de concienciación social y recogida de dispositivos electrónicos.
Competencia de <u>colaboración</u>	Se trabajan todos los aspectos durante todo el programa de actividades puesto que las actividades se realizan en grupo.
Competencia de <u>pensamiento crítico</u>	A lo largo del programa deben identificar problemáticas, buscar e interpretar información contrastando los datos, elaborar conclusiones y comunicar resultados a sus compañeros/as, que realizarán un debate para ver cuáles son los más relevantes.
Competencia de <u>autoconciencia</u>	Estudian las implicaciones que tienen sus acciones en otros países del mundo, adquiriendo una capacidad de autoconciencia y reflexión sobre su papel en la sociedad. Además de la importancia de realizar de forma personal un consumo sostenible.
Competencia <u>integrada de resolución de problemas</u>	Se trabaja a partir de la recogida de dispositivos electrónicos para la obtención de fondos destinados a proyectos de ayuda humanitaria en la República Democrática del Congo. Así como en las actividades propuestas para dar visibilidad al problema al resto de la comunidad educativa a través de vídeos e infografías. Los/as alumnos/as pueden vivenciar cómo sus pequeñas acciones pueden llegar a tener cierta repercusión.

Tabla III. Competencias clave para la Sostenibilidad presentes en el programa de actividades.

A continuación, se presenta la versión para el profesorado del programa de actividades diseñado, la cual incluye comentarios orientativos y material complementario con la intención de guiar el desarrollo de las actividades y transmitir el enfoque necesario para su implementación, ya que la versión para el alumnado se recoge en el Anexo A, junto a los materiales complementarios para el profesorado del mismo.

**PROGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL TRATAMIENTO DE
LAS IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES ASOCIADAS A LA
TECNOLOGÍA DIGITAL EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA
(Versión para el profesorado)**

TECNOLOGÍA LIBRE DE CONFLICTO Y CONSUMO RESPONSABLE

En la unidad “La materia y los elementos” hemos aprendido que un elemento químico se identifica porque todos sus átomos tienen el mismo número atómico, así como cuántos elementos químicos se conocen hoy en día. Nos centraremos ahora en estudiar algunos elementos químicos de especial interés por sus aplicaciones tecnológicas.

Desde hace décadas la tecnología tiene un gran impacto en nuestra sociedad. Sus continuos avances aportan soluciones a numerosos problemas y mejoran nuestra calidad de vida en diferentes ámbitos. En particular, los nuevos aparatos y dispositivos electrónicos nos permiten realizar tareas de forma ágil y eficaz. Para entender la estrecha relación que existe entre la química y la tecnología, podemos plantearnos la siguiente pregunta: *¿De qué elementos están hechos los smartphones, tablets, ordenadores, etc., que usamos a diario?*

A continuación, te proponemos una serie de actividades con el fin de poder dar respuesta a esta cuestión inicial:

A.1. Visualizar el vídeo “La Química del mòbil (Programa Tot es mou de TV3)” para conocer los elementos de la tabla periódica que podemos encontrar dentro de un teléfono móvil y completar los espacios en blanco con la información del vídeo:

CARCASA

1.Hierro (Fe) 2.Carbono (C) 3.Magnesio (Mg) 4.Hidrógeno (H)
 Mezcla de Fe y C = _____
 Mezcla de Fe y Mg = _____
 Mezcla de H y C = _____

BATERÍA

1.Litio (Li) 2.Cobalto (Co)
 Normalmente las baterías se fabrican con _____

ELECTRÓNICA

1.Cobre (Cu) 2.Plata (Ag) 3.Oro (Au)
 ¿Cuáles de estos elementos son los más conductores? _____

AURICULARES/MICRÓFONO

1.Neodimio (Nd) 2.Disproso (Dy) 3. Terbio (Tb) 3.Europio (Eu)
 ¿Qué característica se resalta de estos elementos? _____

PANTALLA**1.Aluminio (Al) 2.Silicio (Si) 3.Indio (In)**

¿De qué material está formada una pantalla? _____

CHIPS**1.Silicio (Si)**

¿Con qué otros elementos se combina el silicio para fabricar los chips? _____

COLORES**1.Itrio (Y)**

¿Qué color se consigue utilizando este elemento? _____

MICRO-CONDENSADORES**1.Tántalo (Ta)**

¿De qué mineral se extrae este elemento? _____

¿De qué país se extrae este mineral principalmente? _____

¿Por qué se trata de un mineral problemático? _____

¿Qué tiene de especial el teléfono Firephone? _____

En el vídeo también han aparecido como elementos componentes de un teléfono móvil el calcio (Ca), el níquel (Ni), el cromo (Cr), el germanio (Ge), el molibdeno (Mo), el wolframio (W), el praseodimio (Pr) y el gadolinio (Gd). Buscar en internet para qué se utiliza cada uno de ellos en los teléfonos móviles.

Comentarios A.1: Esta primera actividad consiste en la visualización de un vídeo (<https://www.pererenom.com/la-quimica-del-mobil/>) en el que se explica qué elementos químicos de la tabla periódica se utilizan para fabricar un móvil y qué función tienen según sus propiedades.

Durante la visualización del vídeo los/as alumnos/as deben tomar notas y recoger la información, ya que posteriormente se realizará un debate en clase con el fin de recordar los conceptos trabajados en el Bloque 2 “La materia” y se relacionarán las propiedades de los elementos con la estructura de la tabla periódica. Con esta actividad se pretende dar visibilidad a la relación existente entre la química y la tecnología presentes en el día a día e introducir la problemática de los minerales de sangre y la necesidad de un consumo sostenible de la tecnología.

A.2. Una vez conocidos los diferentes elementos químicos que se necesitan para fabricar un teléfono móvil, realizar, de manera distribuida entre los grupos, una búsqueda de información sobre los principales países productores de cada uno de ellos y confeccionar una tarjeta de, aproximadamente, 10 x 10 cm, que incluya esta información y alguna curiosidad sobre el elemento, tal y como muestra el siguiente ejemplo:



Figura I. Ejemplo de tarjeta informativa.

Para finalizar la actividad, pegar vuestra tarjeta en el póster del mapamundi mudo facilitado por el profesor/a y unir vuestra tarjeta con los países donde se extrae principalmente el elemento que habéis estudiado en vuestro grupo. Una vez finalizada la actividad el mural resultante se exhibirá en las áreas comunes del centro.

Comentarios A.2: El objetivo de esta actividad es conseguir que el alumnado tenga una percepción global de la distribución de la riqueza en el mundo (países productores/consumidores, países ricos en recursos/productos, etc.) a partir de la cual puedan reflexionar acerca de los desequilibrios existentes en nuestro planeta relacionados con el hiperconsumo de las sociedades desarrolladas y darla a conocer al resto de la comunidad educativa a través del diseño de un mural que contenga un mapamundi. En esta actividad el profesor o la profesora propondrá a los diferentes grupos de trabajo una búsqueda de información en internet sobre los siguientes elementos químicos que componen un teléfono móvil:

Hierro (Fe)	Carbono (C)	Magnesio (Mg)	Molibdeno (Mo)	Litio (Li)
Cobalto (Co)	Cobre (Cu)	Plata (Ag)	Oro (Au)	Tántalo (Ta)
Neodimio (Nd)	Disproso (Dy)	Terbio (Tb)	Europio (Eu)	Aluminio (Al)
Silicio (Si)	Indio (In)	Itrio (Y)	Praseodimio (Pr)	Wolframio (W)
Galio (Ga)	Antimonio (Sb)	Cromo (Cr)	Níquel (Ni)	Estaño (Sn)

Figura II. Elementos químicos que forman parte de los materiales componentes de un teléfono móvil.

En particular, se les propondrá que busquen información acerca de los principales puntos de extracción, las propiedades y alguna curiosidad sobre ellos, con el fin de crear unas tarjetas informativas como las del ejemplo que se colocarán en un mapamundi.

A.3. Visualizar, de manera conjunta, una serie de vídeos a partir de los cuales se realizará una reflexión sobre la problemática social existente en la República Democrática del Congo como consecuencia de la extracción del coltán u otros minerales que contienen elementos químicos imprescindibles para la fabricación de teléfonos móviles y otros dispositivos electrónicos. El conflicto bélico que desde hace décadas tiene lugar en ese país es el que más vidas se ha cobrado desde la Segunda Guerra Mundial, con más de cinco millones de fallecidos y millones de refugiados que huyen de la violencia extrema de los grupos armados que controlan la extracción de dichos minerales.

Comentarios A.3: En esta actividad, a partir del Tántalo como elemento químico clave en la fabricación de un teléfono móvil, se introduce el coltán como mineral más codiciado por los países desarrollados para la fabricación de smartphones y dispositivos electrónicos (ordenadores, tablets, videoconsolas...) con el objetivo de concretar lo aprendido en las sesiones anteriores en torno a las minas existentes en la República Democrática del Congo y las repercusiones de éstas sobre la población que las explota. Para ello, tras una introducción del tema en clase, donde se trabajan las mezclas de elementos en los minerales (composición de la materia) se procede a la visualización de los vídeos recogidos en la Figura III como recurso TIC capaz de captar la atención del alumnado.

VÍDEO	DURACIÓN	ENLACE
Las minas de coltán (Évole), fragmento del programa de Salvados eVictims.	16:11 min	https://www.youtube.com/watch?v=f2yHjO_2ivo
Beneficio del coltán (Jalis de la Serna), fragmento del programa En Tierra Hostil.	05:44 min	https://www.youtube.com/watch?v=FMC_pYPOVS4
Violencia social, noticia de La Sexta sobre el programa de Salvados eVictims.	01:31 min	https://www.lasexta.com/programas/salvados/noticias/el-viaje-de-salvados-al-congo-destapa-las-historias-mas-duras-detras-del-coltan-violaciones-y-ninos-esclavos_201611145829de800cf2a4a494753c03.html
Conciencia social (Denis Mukwege), fragmento de Salvados, mejores momentos eVictims.	01:55 min	https://www.lasexta.com/programas/salvados/mejores-momentos/denis-mukwege-debemos-aceptar-que-estamos-en-una-aldea-global-donde-la-responsabilidad-es-compartida_201611135828d0330cf2f7c55947f1f0.html
Lo que tu móvil esconde (ALBOAN), campaña Tecnología Libre de Conflicto.	04:56 min	https://www.youtube.com/watch?v=qbuZ5FYI9E4

Figura III. Vídeos problemática derivada de la extracción masiva de coltán en la R.D. del Congo.

Tras la visualización de los videos se lleva a cabo una reflexión grupal guiada por el profesor o profesora en la que se pongan en común las ideas comentadas en los diferentes grupos y se obtenga una serie de conclusiones sobre la problemática socioeconómica existente en el país. En particular, se propone la reflexión acerca de las cuestiones incluidas en la Figura IV.

GUÍA DE DEBATE
¿Conocíais la situación que vive la ciudadanía de la República Democrática del Congo?
¿Cómo es posible que siendo uno de los países más ricos en recursos naturales su población viva en unos umbrales de pobreza tan altos?
¿Qué opináis sobre la desinformación de los trabajadores de las minas?
¿Pensáis que realmente existe tanta diferencia entre las minas verdes y rojas?
¿Podéis imaginar cómo sería vuestra vida si hubierais nacido en un país como R.D. del Congo?
¿Qué opináis acerca de que niños y mujeres embarazadas trabajen en las minas?
¿Tendría que continuar permitiéndose que los trabajadores de las minas no dispongan de ningún tipo de medida de seguridad laboral arriesgándose a perder sus vidas?
¿Pensáis que como sociedad tenemos algún tipo de responsabilidad de lo que allí ocurre?
¿Qué podemos hacer para evitar consumir tecnología basada en la utilización de minerales de sangre?
¿Qué opináis acerca de que empresas españolas se dediquen a comercializar con estos materiales?
¿Pensáis que la comercialización que el representante español lleva a cabo es totalmente legal?
¿Qué pensáis sobre los métodos empleados por los rebeldes para controlar territorios con minas?
¿Creéis que si los países desarrollados no demandaran tanto coltán, o al menos el volumen que se solicita actualmente fuera inferior, se producirían estas situaciones?
¿Qué opináis acerca de la inmunidad que tienen los violadores frente a la repudia que sufren las mujeres víctimas de la violencia sexual por parte de la sociedad, incluidas sus propias familias?
¿Es necesario un sistema de justicia que reaccione ante estos casos de violencia extrema?
¿Se valora realmente la labor que desarrollan algunas personalidades como el Dr. Denis Mukwege, premio Nóbel de la Paz en 2018, en la R. D. del Congo?
¿Pensáis que los países desarrollados han adoptado suficientes medidas para proporcionar una solución tras la denuncia del Dr. Denis Mukwege en la ONU sobre la problemática existente en su país?

Figura IV. Guía de debate. Cuestiones de interés sobre las que reflexionar tras visualizar los vídeos.

A.4. Buscar qué minerales forman el coltán y analizar sus fórmulas químicas en base a los conocimientos de formulación y nomenclatura inorgánica adquiridos previamente en la asignatura de Física y Química, indicando qué compuestos binarios identificáis y con qué elementos se combinan. Además, indicar cuáles son las propiedades principales de este mineral (coltán) y reflexionar sobre la relación de estas con los elementos que conforman su composición.

Comentarios A.4. El objetivo de esta actividad es poner en contexto conceptos sobre formulación y nomenclatura inorgánica trabajados anteriormente, a partir de la composición del coltán, causa de la problemática socioeconómica y ambiental que sufre la población de la R. D. del Congo comentada en la actividad A.3.

A.5. Analizar en qué consiste cada una de las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil mostradas en la Figura V y en la Figura VI, y pensar cuáles son las implicaciones ambientales y sociales de cada una de las fases en relación con las problemáticas de la Figura VII.

FASE I. Extracción de materiales	FASE II. Procesamiento de materiales
FASE III. Fabricación	Fase IV. Embalaje y transporte
FASE V. Vida útil	FASE VI. Desecho, Reciclaje y Reutilización

Figura V. Fases del Ciclo de Vida de un teléfono móvil.



Figura VI. Fases del Ciclo de Vida de un teléfono móvil.

A. Explotación masiva de recursos	B. Impacto Ambiental
C. Destrucción de ecosistemas	D. Pobreza en países ricos en recursos
E. Violencia de género	F. Explotación laboral
G. Trabajo infantil	H. Conflicto bélico
I. Mercado abusivo	J. Clandestinidad
K. Problemas en relaciones sociales	L. Problemas de salud
M. Países vertedero	

Figura VII. Problemática derivada del ciclo de vida de un teléfono móvil.

Comentarios A.5: Se plantea esta actividad, como continuidad de la actividad A.4, en la que se introducía la problemática derivada de la fase inicial del ciclo de vida de un teléfono móvil (extracción de materiales). De esta manera, se da paso al estudio de las diferentes fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y al tratamiento de la problemática asociada a cada una de ellas, cuya relación se recoge en la Figura VIII.

Fase I	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación masiva de recursos • Impacto ambiental • Destrucción de ecosistemas • Pobreza en países ricos • Violencia de género • Explotación laboral • Trabajo infantil • Conflicto bélico 	Fase IV	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Destrucción de ecosistemas • Países vertedero
		Fase V	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Problemas de salud • Problemas sociales
Fases II y III	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Explotación laboral • Mercado abusivo • Clandestinidad 	Fase VI	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Destrucción de ecosistemas • Países vertedero

Figura VIII. Relación entre la problemática derivada del ciclo de vida de un móvil y sus fases.

A.6. Realizar, de forma conjunta en el aula, el Kahoot propuesto por el/la profesor/a para trabajar las relaciones entre las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y las implicaciones ambientales y sociales de cada fase.

Comentarios A.6: Con el objetivo de familiarizar al alumnado con la problemática asociada al uso de dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, tablets, etc., se propone el uso de recursos como la gamificación, otorgándoles al grupo ganador del juego el beneficio de escoger sobre qué fase realizarán la investigación planteada en la Actividad A.7 como incentivo. En concreto, el Kahoot diseñado para esta actividad se puede consultar en el apartado de materiales complementarios incluido en el Anexo A y en el siguiente enlace:

<https://create.kahoot.it/share/sostenibilitza-t/0b5c5df1-ad36-479a-835b-0eefc4bf930e>

A.7. Una vez conocidas cuáles son las diferentes fases del ciclo de vida de un teléfono móvil, distribuir estas fases entre los diferentes grupos, con el fin de que cada uno realice un trabajo de investigación sobre las problemáticas socioambientales asociadas a cada una de ellas, investigaciones que se pondrán en común, posteriormente, con el resto de la clase a través de una infografía o vídeo informativo.

Comentarios A.7: Los/as estudiantes deben realizar una búsqueda de información sobre las distintas problemáticas asociadas a cada una de las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil con el objetivo de confeccionar una infografía o vídeo informativo para realizar una campaña de concienciación en su entorno más cercano (centro, familia, amigos...) acerca de esta problemática.

Se le puede indicar al alumnado los siguientes criterios: Los trabajos deben contener un vocabulario rico en léxico específico, transmitir un mensaje claro y conciso y utilizar un registro formal; también, deben cumplir los siguientes requisitos de extensión:

- ✓ Infografía: Máximo cinco páginas (una página por pregunta).
- ✓ Vídeo informativo: Duración máxima de 5 minutos.

Al finalizar la actividad, se compartirán y expondrán las tareas realizadas con el resto de los grupos para obtener conclusiones globales de la problemática del ciclo completo y la importancia de identificar las repercusiones de los avances científico-tecnológicos en la sociedad mundial, y así promover un desarrollo y consumo sostenible de las mismas. Con el fin de facilitar el trabajo de investigación, el profesor/a puede proporcionar a cada uno de los grupos una serie de pautas, las cuales se recogen en el Anexo A.

A.8. ¿Sabéis en qué consiste la economía circular? Leer con atención los artículos sobre smartphones sostenibles facilitados por el profesor o la profesora y a partir de los conocimientos aprendidos indicar si los smartphones sostenibles serían una de las posibles vías de economía circular (Figura IX) disponibles para el ciclo de vida de un teléfono móvil.



Figura IX. Esquema del fundamento de la Economía Circular.

Comentarios A.8: Tras haber llegado a la conclusión, en la actividad A.7, que el consumo actual de tecnología no es sostenible, y tras resaltar la necesidad de impulsar soluciones activas para hacer frente a la situación de emergencia socioambiental en la que vivimos, se pretende introducir mediante esta actividad el enfoque de la economía circular (EC) como estrategia para favorecer el desarrollo sostenible. Del mismo modo, se promueve el pensamiento crítico del alumnado mediante la interconexión de todos los conocimientos adquiridos a lo largo del desarrollo del programa de actividades planteado a la reflexión en los pequeños grupos sobre el beneficio de los smartphones sostenibles.

Los artículos a trabajar sobre el Smartphone Sostenible como puente a la EC son:

- <https://www.elperiodico.com/es/activos/valores/20200119/fairphone-movil-sostenible-economia-circular-7812342>
- <https://www.eldia.es/vida-y-estilo/tecnologia/2021/01/06/smartphones-sostenibles-salvar-medio-ambiente-27110549.html>

A.9. Para finalizar, os proponemos dar a conocer vuestro trabajo al resto de la comunidad educativa y participar en una campaña de sensibilización y recogida de dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, tablets, cargadores, etc., en desuso promovida, en particular, por la ONGD Alboan. Esta ONGD destina el importe obtenido por el reciclaje de los dispositivos donados a proyectos humanitarios y de desarrollo en el este de la R.D. del Congo (<https://www.tecnologialibredeconflicto.org/>). En particular, os invitamos a exponer vuestros trabajos al resto de compañeros/as del centro y así divulgar la problemática trabajada y las vías alternativas propuestas para vuestro entorno más cercano.

Comentarios A.9: El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una metodología que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un solo proyecto en el que el alumnado se forma al implicarse en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo. El ApS vincula el contenido curricular con una acción solidaria, ofreciendo a los/as alumnos/as la oportunidad de aprender siendo útiles a los demás. Crecen en competencia y se convierten en mejores ciudadanos/as. En particular, esta actividad pretende poner en valor el trabajo realizado por el alumnado y convertirlo en agente activo de cambio, dándole la posibilidad de concienciar a su entorno más cercano sobre la importancia de las acciones individuales y sobre la necesidad de apostar por un consumo responsable de la tecnología. Se trata de una acción social directa de cooperación internacional en R.D. Congo para ayudar a la población que ha sido víctima de la violencia en el este de este país por el control de la extracción de coltán a través de la colaboración con la ONGD Alboan.

3.3.2. Diseño para la evaluación de la propuesta didáctica

Una vez llevada a cabo la implementación en el aula del programa de actividades es conveniente la realización por parte del alumnado de una valoración del mismo, lo que nos permitirá conocer sus opiniones sobre la utilidad de la propuesta didáctica, el interés de las actividades planteadas y posibles modificaciones para su mejora.

Por este motivo, se ha diseñado un cuestionario de evaluación del programa de actividades que contiene un total de 7 ítems, 3 de valoración numérica (0-10) y 4 de respuesta abierta, cuya plantilla se muestra en la Tabla IV:

Cuestionario de evaluación por parte del alumnado del programa de actividades
<p>1.- Valora de 0 a 10 en qué medida el trabajo realizado en esta asignatura te ha ayudado a comprender mejor la problemática socioambiental asociada al consumo de dispositivos electrónicos y, sobre todo, la necesidad y posibilidad de avanzar hacia un consumo responsable:</p> <p>• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10</p>
<p>2.- Completa tu respuesta con algún comentario y/o sugerencia, así como con las razones de tu valoración</p>
<p>3.- Valora de 0 a 10 el interés de las actividades realizadas durante el proyecto:</p> <p>• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10</p>
<p>4.- Indica si alguna te ha interesado en particular y si hay alguna que pienses que no conviene hacer, indica también el porqué de tu respuesta:</p>
<p>5.- Valora de 0 a 10 hasta qué punto piensas que este trabajo puede mejorar tu implicación para favorecer una Tecnología Libre de Conflicto y tomar las medidas necesarias:</p> <p>• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10</p>
<p>6.- ¿Crees que tu compromiso respecto a la problemática asociada al uso de dispositivos electrónicos ha mejorado tras la realización de las actividades planteadas? Comenta cómo y porqué lo crees:</p>
<p>7.- ¿Qué otros aspectos, relacionados con el tema, te hubiera gustado trabajar y cuáles no te han parecido interesantes? Indica los comentarios, críticas o sugerencias sobre la propuesta didáctica que creas conveniente.</p>

Tabla IV. Cuestionario de evaluación del Programa de Actividades.

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el capítulo anterior se han mostrado los diseños experimentales propuestos con la finalidad de poner a prueba las hipótesis que han orientado este TFM. A lo largo de este capítulo, se presentan los resultados obtenidos al implementar cada uno de estos diseños y se realiza un análisis de los mismos que permitirá verificar o no las hipótesis planteadas.

En primer lugar, se muestran los resultados correspondientes al análisis del currículum de las asignaturas del ámbito científico-tecnológico en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, relativos a la primera hipótesis.

En segundo lugar, se recogen los resultados obtenidos a partir del análisis de las concepciones del alumnado sobre las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología antes y después de la implementación del programa de actividades diseñado. Así pues, se muestran de manera conjunta los resultados correspondientes a las concepciones previas del alumnado, relativos a la segunda hipótesis, y también, los resultados correspondientes a sus concepciones actuales tras la implementación del programa de actividades, relativos a la tercera hipótesis.

En tercer y último lugar, se presentan los resultados sobre la realización del cuestionario de evaluación mediante el cual el alumnado evalúa el programa de actividades implementado en las aulas.

4.1. RESULTADOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN REFERENCIA A LA PRIMERA HIPÓTESIS

En este apartado se muestran los resultados del análisis del currículum de las asignaturas científico-tecnológicas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato relativo a las oportunidades que éstas ofrecen para trabajar las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología a partir de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA).

Tal y como se detalló en la Tabla I del capítulo anterior, en cada caso se indica el curso, el bloque, los contenidos, los criterios de evaluación y las competencias recogidas en el Decreto 87/2015. Del mismo modo, se indica o bien los indicadores de logro para las materias de Ed. Secundaria recogidos en el Documento puente de la Comunidad Valenciana, o bien los estándares de aprendizaje para las asignaturas de Bachillerato y, en concreto, para la asignatura de Cultura Científica recogidos en el Real Decreto 1105/2014.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos agrupados por materias: Tecnología (Tabla V), Física y Química (Tabla VI), Biología y Geología (Tabla VII), Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional (Tabla VIII), Cultura Científica (IX), Tecnologías de la Información y la Comunicación (Tabla X), Tecnología Industrial (Tabla XI) y Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente (Tabla XII). La presentación completa de los resultados obtenidos se recoge por materias en el Anexo B.

En la Tabla V se muestran los resultados obtenidos al analizar la materia de Tecnología de 2º, 3º y 4º curso:

MATERIA: Tecnología					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
2º ESO	BL1. Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica.	Análisis tecnológico de objetos.	BL 1.1	BL1.1.1	CMCT CSC
3º ESO	BL1. Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica.	Análisis tecnológico de objetos y propuestas de mejora.	BL 1.1	BL1.1.1	CMCT CSC
4º ESO	BL6. Tecnología y Sociedad.	Adquisición de hábitos que potencien el desarrollo sostenible. Aprovechamiento de materias primas y recursos naturales.	BL 6.1 BL 6.5	BL6.1.1 BL 6.5.1	CMCT CSC CCLI CAA

Tabla V. Resultados obtenidos del análisis del currículo de Tecnología en ESO.

En la materia de Física y Química existen oportunidades para tratar las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología en 2º y 3º de ESO, pero también en 1º de Bachillerato, tal y como se muestra en la Tabla VI:

MATERIA: Física y Química (FyQ)					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
2º ESO	BL5. Energía.	Fuentes de energía renovables y no renovables. Uso racional de la energía: consumo responsable.	BL5.5 BL5.6	BL5.5.1 BL5.6.1	CMCT CSC SIEE
3º ESO	BL2. La Materia.	Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones tecnológicas y biomédicas.	BL 2.11	BL2.11.2	CMCT CD SIEE
	BL3. Los Cambios.	La química en la sociedad y el medio ambiente.	BL3.3	BL3.3.3	CMCT CSC CEC
1º BACH.	BL4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas.	Reacciones de combustión: influencia y aplicaciones de las reacciones de combustión a nivel social, industrial y medioambiental.	BL4.5	8.1	CMCT CSC
	BL5. Química del carbono.	Compuestos del carbono: hidrocarburos, compuestos nitrogenados y oxigenados. El petróleo y sus derivados: procesos de obtención y repercusión medioambiental. Utilidad de las fracciones del petróleo.	BL5.5	6.1	CMCT CCLI CSC

Tabla VI. Resultados obtenidos del análisis del currículo de FyQ en ESO y Bachillerato.

En la materia de Biología y Geología se han encontrado oportunidades para tratar las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología en 3º y 4º de ESO, tal y como se muestra en la tabla VII:

MATERIA: Biología y Geología (ByG)					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
3º ESO	BL3. Los ecosistemas.	Impactos humanos en los ecosistemas. Acciones que favorecen la conservación del medio ambiente.	BL3.2	BL3.2.1 BL3.2.2	CMCT CSC
4º ESO	BL4. Ecología y medio ambiente.	Los recursos naturales. La actividad humana y el medio ambiente. Los residuos. Impactos ambientales. Medidas de gestión y defensa para evitar el deterioro del medio ambiente y promover su conservación. Impacto medioambiental de los ordenadores y dispositivos electrónicos. Reciclaje de ordenadores y sus componentes.	BL4.3 BL4.4 BL4.5	BL4.3.1 BL4.4.1 BL4.4.2 BL4.5.1	CMCT CSC CD

Tabla VII. Resultados obtenidos del análisis del currículo de ByG en ESO y Bachillerato.

La materia de Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional impartida en 4º de ESO ofrece una gran cantidad de contenidos relacionados con las implicaciones sociales y ambientales de la Tecnología, tal y como se muestra en la tabla VIII:

MATERIA: Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional (CAAP)					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
4º ESO	BL3. Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente.	La actividad humana y el medio ambiente. Degradación ambiental y desarrollo sostenible. Utilización de recursos y producción de impactos. Estrategias de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente, en el entorno próximo y lejano. La Contaminación y sus tipos. Contaminación química del aire, del suelo y del agua. Sustancias contaminantes. Fuentes de contaminación. Riesgos sanitarios y económicos. Medidas preventivas y paliativas. El proceso de tratamiento de residuos y análisis crítico de sus beneficios. Reciclaje, compostaje, incineración. Vertederos.	BL3.1 BL3.2 BL3.8 BL3.9	BL3.1.1 BL3.1.2 BL3.2.2 BL3.8.1 BL3.8.2 BL3.8.3 BL3.9.1	CMCT CSC CD CAA

Tabla VIII. Resultados obtenidos del análisis del currículo de CAAP en ESO.

La materia de Cultura Científica también aporta contenidos íntimamente relacionados con las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología en los cursos de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, tal y como se muestra en la Tabla IX:

MATERIA: Cultura Científica.					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
4º ESO	BL3. Aspectos tecnológicos y su impacto ambiental.	Los problemas medioambientales: causas y consecuencias. Implicaciones sociales presentes y futuras de los problemas medioambientales. Tratamiento de datos medioambientales: extracción e interpretación de su información. La necesidad de nuevas fuentes de energía.	BL3.1 BL3.2 BL3.3 BL3.4 BL3.5 BL3.7	1.1 2.2 1.2 3.1 4.1 6.1	CMCT CSC CAA SIEE
	BL5. Nuevos materiales.	Influencia de los distintos materiales y recursos en el desarrollo de la humanidad. Materias primas: obtención y repercusiones. Nuevos materiales, aplicaciones presentes y futuras.	BL5.1 BL5.2 BL5.3	1.1 1.2 2.1 2.4	CMCT CSC
1º BACH.	BL5. Nuevas tecnologías en comunicación e información.	La revolución informática. Avances más significativos de la tecnología actual. Beneficios y problemas de los avances tecnológicos.	BL5.6 BL5.7 BL5.9	3.1 4.1 4.2 6.1	CMCT CSC CAA SIEE CCLI

Tabla IX. Resultados obtenidos del análisis del currículo de CC en ESO y Bachillerato.

La materia de Tecnologías de la Información y la Comunicación, aunque en menor medida, también incluye contenidos a través de los cuales se puede trabajar las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología desde el punto de vista de la Sostenibilidad en 4º de ESO y 1º de Bachillerato, tal y como se muestra en la Tabla X:

MATERIA: Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
4º ESO	BL1. Equipos informáticos, sistemas operativos y redes.	Desarrollo sostenible en el reciclaje de los equipos informáticos. Respeto a los derechos humanos en la obtención de materias primas y fabricación de los componentes informáticos. El problema de la basura electrónica.	BL1.1	BL1.1.2	CD
1º BACH.	BL1. La sociedad de la información.	Impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los diversos ámbitos de la sociedad actual. Avances y riesgos. La brecha digital. Sociedad del conocimiento.	BL1.1	1.1 1.2	CSC

Tabla X. Resultados obtenidos del análisis del currículo de TIC en ESO y Bachillerato.

La materia de Tecnología Industrial, por su especialidad, presenta contenidos estrictamente relacionados con las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología en 1º y 2º de Bachillerato, tal y como se muestra en la Tabla XI:

MATERIA: Tecnología Industrial (TI)					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
1º BACH.	BL1. Productos tecnológicos.	Fases del proceso productivo y de comercialización.	BL1.1	1.1	CMCT CSC SIEE
	BL2. Introducción a la ciencia de los materiales e Impacto social.	Los materiales: propiedades, estructura interna y aplicaciones. Investigación de nuevos materiales: uso, desarrollo, impacto social y económico.	BL2.1 BL2.2	1.1 1.2 2.1	CMCT CSC CAA
	BL5. Recursos energéticos.	Formas de producción de energía. Impacto ambiental. Consumo energético. Sostenibilidad. Planes de reducción de costes (TIC).	BL5.1 BL5.2	1.1 1.2 2.1 1.3 2.2	CMCT CSC CD CAA SIEE
2º BACH.	BL1. Materiales.	Investigación de nuevos materiales mediante la utilización de las TIC. Uso y desarrollo de materiales.	BL1.2	1.1	CMCT CSC

Tabla XI. Resultados obtenidos del análisis del currículo de TI en ESO y Bachillerato.

Por último, como ocurre en Tecnología industrial, la materia de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente ofrece una gran cantidad de contenidos para trabajar la Sostenibilidad y el impacto generado por la tecnología en 2º de Bachillerato, tal y como se muestra en la Tabla XII:

MATERIA: Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente (CTM)					
CURSO	BLOQUE	CONTENIDO	CE.	IL / EA	CC
2º BACH.	BL1. Medio ambiente y fuentes de contaminación.	Relaciones entre la humanidad y el medio ambiente: recursos, riesgos impactos ambientales y gestión. Clasificación de recursos atendiendo a su tasa de renovación y utilidad. Medidas de gestión y Sostenibilidad.	BL1.1 BL1.2	1.2 3.1	CMCT CSC
	BL6. Gestión y desarrollo sostenible.	Modelos de desarrollo: liberal, conservacionista, sostenible. Instrumentos de gestión ambiental: nuevas tecnologías, ordenación del territorio, evaluación de impacto ambiental, medidas correctoras y Gestión de residuos. Política ambiental global, europea, nacional y local. Legislación medioambiental, Organismos nacionales e internacionales en materia medioambiental, Convenios y Cumbres internacionales y Protocolo de Kyoto.	BL6.1 BL6.3 BL6.4	1.1 1.2 2.1 5.1 5.2	CMCT CSC

Tabla XII. Resultados obtenidos del análisis del currículo de CTM en Bachillerato.

A modo de resumen, el Gráfico I presenta el número de contenidos encontrados en el currículum de las materias del ámbito científico-tecnológico de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato que permiten trabajar el impacto generado por la tecnología con alumnado estos niveles educativos.

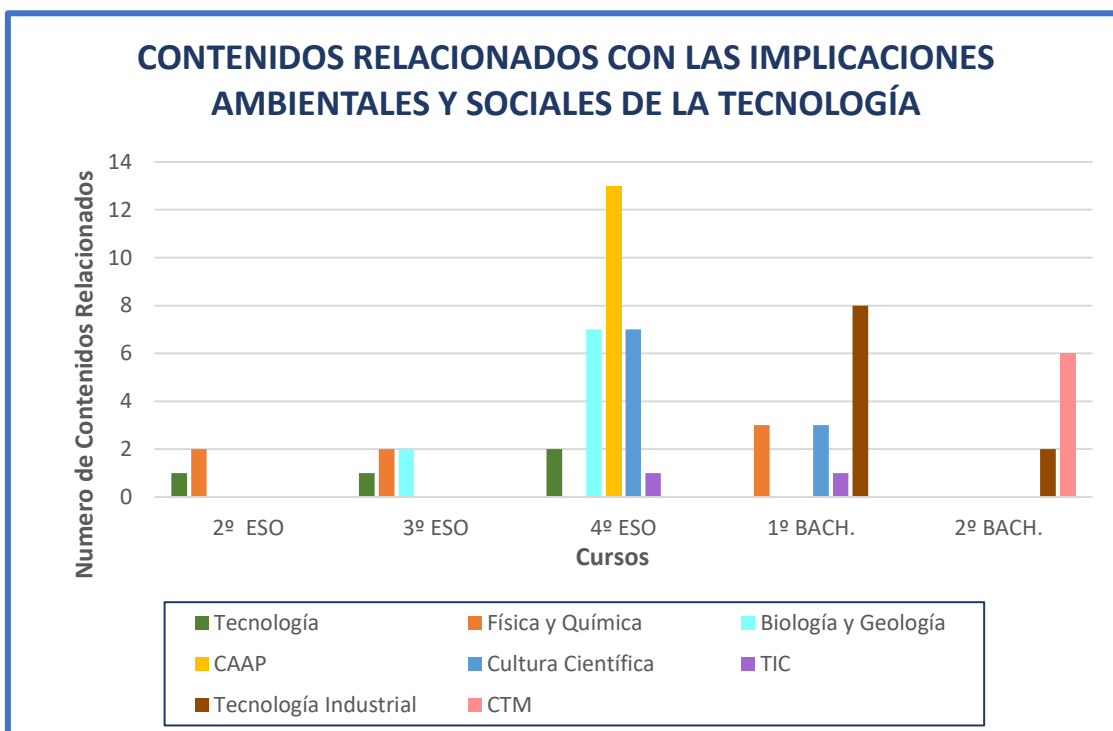


Gráfico I. Resultados obtenidos del análisis del currículum de ESO y Bachillerato.

Así pues, en el análisis del currículum realizado se ha obtenido un total de 61 contenidos, 43 criterios de evaluación y 57 indicadores de logro/estándares de aprendizaje a partir de los cuales es posible tratar las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología en los diferentes cursos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

El análisis llevado a cabo pone de manifiesto que asignaturas cuyo contenido es mucho más específico, tales como Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, Tecnología Industrial, Cultura Científica o Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, ofrecen una mayor cantidad de contenidos estrechamente relacionados con las implicaciones de la tecnología y la Sostenibilidad respecto a otras más extensas y generales, como Física y Química, Biología y Geología, Tecnología o Tecnología de la Información y la Comunicación.

No obstante, estas últimas presentan muchos otros contenidos y competencias a través de las cuales puede introducirse de forma transversal la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) desde el punto de vista de las interacciones CTSA.

4.2. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS EXPERIMENTALES EN REFERENCIA A LA SEGUNDA Y TERCERA HIPÓTESIS

4.2.1. Análisis de las concepciones de los estudiantes

Para poner a prueba la segunda y la tercera hipótesis y conocer las concepciones de los/as estudiantes sobre las implicaciones socioambientales de la tecnología antes y después de la implementación del programa de actividades descrito en el apartado 3.3.1., se pasó el cuestionario detallado en la Tabla II a una muestra de estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria como prueba Pre y Post-Test.

En el estudio participó el alumnado de 2º de ESO de un centro de la ciudad de Valencia y el alumnado de 3º de ESO de uno de la comarca Horta Sud, quienes contestaron dicho cuestionario, tanto antes como después de la intervención didáctica, mediante un formulario de Microsoft con el objetivo de facilitar su realización y la posterior recogida de los resultados. Es preciso señalar que para la implementación de la propuesta didáctica se contó con la colaboración de un centro de la ciudad de Valencia pero, por motivos de disponibilidad del profesorado de dicho centro, la intervención didáctica se llevó a cabo con alumnado de 2º ESO en la asignatura de Tecnología al tratar los contenidos correspondientes al “Análisis tecnológico de objetos” del Bloque 1 “Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica” a través de una adaptación del programa de actividades.

En la tabla XIII se especifica el número de alumnos/as por curso que realizaron el cuestionario inicial (Pre-test) y finalmente (Post-test):

	CUESTIONARIO INICIAL	CUESTIONARIO FINAL
Curso	Número de estudiantes	Número de estudiantes
2º ESO	139	137
3º ESO	58	52
TOTAL	197	189

Tabla XIII. Número de estudiantes participantes en función del nivel educativo.

A continuación, se agrupan los ítems del cuestionario presentado en la Tabla II en subapartados en función del tema que tratan y se presentan los resultados obtenidos en cada uno de ellos. Además, las representaciones gráficas correspondientes al análisis de cada una de las cuestiones se recogen en el Anexo D.

4.2.1.1. Resultados de las cuestiones relativas al consumo de la tecnología digital

Las primeras dos cuestiones hacen referencia al tipo de consumo que realizan los y las estudiantes de los dispositivos electrónicos, en particular de los teléfonos móviles. Estas dos cuestiones únicamente se incluyen en el cuestionario inicial relativo a las concepciones previas del alumnado, pues en el poco tiempo transcurrido durante la implementación del programa de actividades no es posible apreciar cambios significativos a este respecto.

CUESTIÓN 1: ¿Cada cuánto tiempo cambias de teléfono móvil?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 1 se recogen en las Tablas XIV y XV:

Alumnado	Valor medio	Desviación estándar
2º ESO (N=139)	2,5	1,1
3º ESO (N=58)	3,4	1,6

Tabla XIV. Número de años que el alumnado tarda en cambiar de teléfono móvil.

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO		ALUMNADO 3º ESO	
	N	%	N	%
1	10	7,2	8	13,8
2	40	28,8	23	39,7
3	37	26,6	21	36,2
4	15	10,8	3	5,2
5	7	5,0	1	1,7
Más de 5	30	21,6	2	3,4
Total	139	100	58	100

Tabla XV. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 1.

En la Tabla XIV se puede observar que el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria encuestado tarda en cambiar su teléfono móvil alrededor de tres años. No obstante, en ambos cursos se obtiene un mayor porcentaje de alumnos/as que lleva a cabo este cambio a los dos años, tal y como muestra la Tabla XV. En este sentido, cabe señalar que según expertos/as en el diseño de estos dispositivos la vida útil de un smartphone, realizando un uso adecuado del mismo, debería ser de al menos 5 años.

CUESTIÓN 2: ¿Cuáles son los motivos que te han llevado a comprar un móvil nuevo?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 2 se recogen en la Tabla XVI:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO		ALUMNADO 3º ESO	
	N	%	N	%
Estilo anticuado	12	8,6	1	1,7
No funciona	102	73,4	42	72,4
Nuevas aplicaciones	6	4,3	3	5,2
Otros	37	26,6	16	27,6
Total	139	100	58	100

Tabla XVI. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 2.

Tal y como se observa en la Tabla XVI, la gran mayoría del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria encuestado compra un teléfono móvil nuevo cuando el anterior deja de funcionar. Estos resultados ponen de manifiesto un consumo más o menos responsable de estos dispositivos electrónicos evitando las modas y la tecnología puntera.

4.2.1.2. Resultados de las cuestiones relativas a la extracción de materiales

Las Cuestiones 3, 4, 5, 6 y 7 se centran en los materiales necesarios para fabricar los dispositivos electrónicos y los impactos que ocasiona su extracción en los lugares donde se ubican las minas. Una mejora en el conocimiento del alumnado sobre este tema sería un indicador positivo en cuanto a la eficacia del programa de actividades diseñado.

CUESTIÓN 3: ¿Sabes qué materiales se necesitan para fabricar un teléfono móvil?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 3 se recogen en la Tabla XVII:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test		Post-test		Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No	115	82,7	46	33,6	52	89,7	7	13,5
Sí	24	17,3	91	66,4	6	10,3	45	86,5
Total	139	100	137	100	58	100	52	100
Análisis estadístico	$\chi^2 (1) = 68,6, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,49$				$\chi^2 (1) = 64,0, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,76$			

Tabla XVII. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 2.

Como podemos observar en la Tabla XVII se observa una mejora significativa tras la realización del programa de actividades ($p < 0,01$), ya que cuando el alumnado realizó el cuestionario inicial entre un 80 y un 90 % de los/as estudiantes desconocían los materiales necesarios para la fabricación de un teléfono móvil y en cambio, tras la implementación de la propuesta didáctica, un 66,4 % del alumnado de 2º de ESO y un 86,5 % de 3º de ESO afirmaban conocerlos. Podemos decir que el tamaño del efecto de las diferencias encontradas es medio ($V \text{ de Cramer} = 0,49$) en el caso del alumnado de 2º ESO y grande ($V \text{ de Cramer} = 0,76$) en el caso del alumnado de 3º ESO (Cohen, 1988). Esta diferencia de porcentajes obtenidos en el Post-test entre ambos cursos puede deberse a que el alumnado de 2º de ESO implementó una versión reducida del programa de actividades.

CUESTIÓN 4: En caso afirmativo, indica cuáles conoces

Puesto que la Cuestión 4 recoge respuestas abiertas, en este caso se presentan en la Tabla XVIII algunos ejemplos de las contestaciones del alumnado con el objetivo de percibir las diferencias existentes entre las respuestas del cuestionario inicial y final.

Claramente es posible apreciar en la Tabla XVIII la adquisición de conocimientos sobre los materiales necesarios para la fabricación de un teléfono móvil favorecida por la realización del programa de actividades, pues en el cuestionario inicial muchos de ellos no sabían contestar a esta cuestión o lo hacían de forma escueta e incompleta.

ALUMNADO 2º ESO		ALUMNADO 3º ESO	
Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
<i>Cobre, plástico y creo que cobalto.</i>	<i>Aluminio, neodimio, oro, cobre, cobalto, paladio, tungsteno, plata, silicio e indio.</i>	<i>El único que sé es el oro.</i>	<i>Aluminio, neodimio, plástico, cobalto, tungsteno, plata, oro, cobre, indio y paladio.</i>
<i>Plástico, oro cristal, plomo, estaño y cobre.</i>	<i>Indio, oxígeno, estaño, aluminio, silicio, itrio, lantano, terbio, galio, praseodimio, europio, disprosio, gadolinio, carbono, magnesio, bromo, níquel, cobalto, plomo, oro, tantalio, antimonio, arsénico, plata, neodimio y litio.</i>	<i>Hierro, batería de litio y pantalla de cristal.</i>	<i>Coltán, aluminio, oro, neodimio, disprosio, terbio, europio, silicio, indio, itrio, hierro, litio, cobalto, plata, tántalo (coltán) y otros.</i>
<i>No lo sé.</i>	<i>Wolframio, tantalio, paladio, plomo, oro, mercurio, arsénico y muchos más.</i>	<i>No lo sé.</i>	<i>Coltán, cobalto, zinc, cobre, wolframio y oro.</i>

Tabla XVIII. Ejemplos de respuestas del alumnado a la Cuestión 4.

CUESTIÓN 5: ¿Sabes de dónde se extraen esos materiales?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 5 se recogen en la Tabla XIX:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test		Post-test		Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No	93	66,9	14	10,2	40	69,0	2	3,8
Sí	46	33,1	123	89,8	18	31,0	50	96,2
Total	139	100	137	100	58	100	52	100
Análisis estadístico	$\chi^2 (1) = 93,4, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,58$				$\chi^2 (1) = 49,3, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,67$			

Tabla XIX. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 5.

De igual modo que en la Cuestión 3 el porcentaje de alumnos/as que conocen el lugar de procedencia de los materiales empleados para la fabricación de un teléfono móvil aumenta significativamente en ambos cursos tras la implementación del programa de actividades ($p < 0,01$). En este caso podemos decir que el tamaño del efecto de las diferencias encontradas es grande en ambos cursos ($V \text{ de Cramer} = 0,58$ y $0,67$ respectivamente). Además, en 3º de ESO prácticamente el 100 % del alumnado es consciente de ello, posiblemente debido a un tratamiento más profundo del tema en la versión extendida del programa de actividades.

CUESTIÓN 6: ¿Sabes si la extracción de esos minerales tiene algún impacto sobre las personas que viven en esa zona?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 6 se recogen en la Tabla XX:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test		Post-test		Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No	100	71,9	22	16,1	42	72,4	5	9,6
Sí	39	28,1	115	83,9	16	27,6	47	90,4
Total	139	100	137	100	58	100	52	100
Análisis estadístico	$\chi^2(1) = 87,4, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,56$				$\chi^2(1) = 44,2, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,63$			

Tabla XX. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 6.

De nuevo, los resultados obtenidos en la Cuestión 6 siguen la tendencia marcada tanto en la Cuestión 3 como en la 5, puesto que alrededor de un 70 % del alumnado afirma en el cuestionario inicial desconocer el impacto ocasionado en las zonas dónde se extraen los materiales necesarios para la fabricación de un teléfono móvil y tras la realización del programa de actividades cerca de un 85 % en 2º de ESO y de un 90 % en 3º de ESO afirma conocer los impactos ocasionados a la población que vive allí, por lo que podemos afirmar que las diferencias en ambos grupos son significativas ($p < 0,01$) y el tamaño de las diferencias encontradas es grande ($V \text{ de Cramer} = 0,56$ y $0,63$ respectivamente).

CUESTIÓN 7: En caso afirmativo, indica cuáles conoces

Los resultados obtenidos en la Cuestión 7 se recogen en la Tabla XXI:

ALUMNADO 2º ESO		ALUMNADO 3º ESO	
Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
<i>El destrozo de la naturaleza, también la explotación de la tierra (minas en montañas vírgenes).</i>	<i>En el este del Congo las condiciones de extracción de minerales son pésimas, gente que no debería ni de estar ahí, debería estar en el colegio está trabajando por una paga mínima.</i>	<i>Que los niños pequeños de África se tienen que meter en hoyos hondos para coger una piedra.</i>	<i>Las mujeres y los niños son los más afectados, surgen violaciones, prostitución forzada, trabajo infantil o reclutamiento a los menores entre muchas otras barbaridades.</i>
<i>La extracción de metales de los países más desfavorecidos, provocando daños a los ecosistemas y la población.</i>	<i>Las personas trabajan en las minas de donde se extraen los materiales, son muy peligrosas y hay derrumbamientos que maten a mujeres, hombres y niños que trabajan allí de una manera injusta y con una paga miserable de solo 2 dólares.</i>	<i>Esos materiales se extraen de minas en países tercermundistas que son ricos en recursos y los explotan en sus propias tierras.</i>	<i>Conozco la explotación minera que existe al Congo, destrucción de ecosistemas y malas condiciones que se presentan tanto en seguridad como en la forma de trabajar de la gente/niños/mujeres embarazadas etc.</i>
<i>Sé de la guerra que hubo por un material que se usa para móviles.</i>	<i>Por la extracción de ciertos materiales, se pueden llegar a provocar conflictos armados, lo cual puede perjudicar a los habitantes de esos lugares.</i>	<i>La extracción de esos materiales de la naturaleza puede alterar el ecosistema.</i>	<i>Destrucción del ecosistema, minas no reguladas, han esclavizado a mujeres y niños, destrucción de bosques, impacto en las aguas, etc.</i>

Tabla XXI. Ejemplos de respuestas del alumnado a la Cuestión 7.

De igual manera que en la Cuestión 4, se observa en la Tabla XXI un mayor conocimiento del alumnado sobre los impactos asociados a la extracción de los materiales necesarios para la fabricación de teléfonos móviles tras la realización del programa de actividades.

En este caso, el alumnado muestra en las respuestas del cuestionario inicial alguna idea sobre el tema, aunque de forma superficial y poco clara, a diferencia de las respuestas recogidas en el cuestionario final donde consideran el tema con mayor profundidad.

4.2.1.3. Resultados de las cuestiones relativas a la gestión de dispositivos en desuso

Las Cuestiones 8, 9, 10, 11, 12 y 13 hacen referencia a la gestión que se lleva a cabo de los teléfonos móviles en desuso y al impacto de su almacenamiento.

CUESTIÓN 8: ¿Qué sueles hacer con los teléfonos móviles que ya no te sirven?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 8 se recogen en la Tabla XXII:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test (N = 139)		Post-test (N = 137)		Pre-test (N = 58)		Post-test (N = 52)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Los guardo en casa	111	79,9	46	33,6	49	84,5	19	36,5
Se los doy a un familiar	42	30,2	45	32,8	9	15,5	16	30,8
Los vendo	21	15,1	27	19,7	10	17,2	9	17,3
Los dejo en la tienda al comprar otro	7	5,0	19	13,9	2	3,4	6	11,5
Los llevo a un punto de reciclaje	11	7,9	96	70,1	1	1,7	25	48,1
Los tiro a la basura	4	2,9	0	0	3	5,2	0	0
Los doy a una ONG	1	0,7	46	33,6	0	0	8	15,4

Tabla XXII. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 8.

En cuanto a las actitudes que muestra el alumnado tras la implementación del programa de actividades se puede percibir en los resultados que muestra la Tabla XXII una mejora considerable, pues alrededor de un 80 % de los/as estudiantes entrevistados en el cuestionario inicial afirma “guardar en casa los teléfonos móviles en desuso”, mientras que en el cuestionario final el mayor porcentaje corresponde en ambos casos a la opción de “los llevo a un punto de reciclaje”.

CUESTIÓN 9: ¿Tienes teléfonos móviles en desuso en casa?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 9 se recogen en la Tabla XXIII:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test		Post-test		Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No tengo	20	14,4	33	24,1	4	6,9	11	21,2
1	23	16,5	31	22,6	7	12,1	9	19,3
2	36	25,9	20	14,6	9	15,5	15	28,8
3	24	17,3	23	16,8	15	25,9	7	13,5
4	15	10,8	10	7,3	7	12,1	3	5,8
5	5	3,6	2	1,5	1	1,7	1	1,9
Más de 5	16	11,5	18	13,1	15	25,9	6	11,5
Total	139	100	137	100	58	100	52	100
Análisis estadístico	$\chi^2 (1) = 68,6, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,49$				$\chi^2 (1) = 64,0, p < 0,01, V \text{ de Cramer} = 0,76$			

Tabla XXIII. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 9.

También la evolución de las respuestas del alumnado del cuestionario inicial al final muestra una mejora significativa en la tendencia de los/as estudiantes a almacenar en sus casas dispositivos en desuso ($p < 0,01$), pues en ambos casos el número de móviles guardados en casa ha disminuido tras la realización del programa de actividades. En este caso podemos afirmar que el tamaño del efecto de las diferencias encontradas es medio en el caso del alumnado de 2º ESO ($V \text{ de Cramer} = 0,49$) y grande en el caso del alumnado de 3º ESO ($V \text{ de Cramer} = 0,76$).

CUESTIÓN 10: Indica los motivos por los que sueles guardar teléfonos antiguos en casa

Los resultados obtenidos en la Cuestión 10 se recogen en la Tabla XXIV:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test (N = 139)		Post-test (N = 137)		Pre-test (N = 58)		Post-test (N = 52)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No los guardo en casa	14	10,1	29	21,2	2	3,4	11	21,2
Pueden resultar útiles en el futuro	83	59,7	81	59,1	41	70,7	34	65,4
No me preocupa su eliminación	8	5,8	7	5,1	3	5,2	2	3,8
Son dispositivos valiosos	20	14,4	20	14,6	5	8,6	5	9,6
Dispongo de espacio para guardarlos	37	26,6	31	22,6	13	22,4	7	13,5
Desconozco dónde depositarlos	24	17,3	11	8,0	4	6,9	3	5,8

Tabla XXIV. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 10.

En este caso los resultados no varían de forma significativa entre el cuestionario inicial y el final, pues es difícil cambiar la percepción del alumnado de 2º y 3º ESO sobre la utilidad de guardar en casa al menos uno o dos teléfonos móviles de repuesto ya que estos dispositivos en esas edades no suelen durar mucho tiempo.

CUESTIÓN 11: Indica los motivos por los que no reciclas los teléfonos móviles que ya no utilizas

Los resultados obtenidos en la Cuestión 11 se recogen en la Tabla XXV:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test (N = 139)		Post-test (N = 137)		Pre-test (N = 58)		Post-test (N = 52)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Prefiero regalarlos a conocidos	55	39,6	55	40,1	21	36,2	22	42,3
Desconozco dónde depositarlos	45	32,4	13	9,5	8	13,8	6	11,5
Pueden usarse para almacenamiento	43	30,9	41	29,9	19	32,8	10	19,2
Por miedo a la divulgación de datos	9	6,5	8	5,8	2	3,4	2	3,8
Sí que los reciclo	16	11,5	76	55,5	13	22,4	22	42,3

Tabla XXV. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 11.

En general entre el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria encuestado está bastante arraigada la idea de reutilizar los dispositivos en desuso, ya sea para ellos/as mismos/as guardándolos en casa o regalándolos a familiares, aun así, el porcentaje de estudiantes decididos/as a reciclarlos ha aumentado tras la realización del programa de actividades.

CUESTIÓN 12: ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como plomo, mercurio o arsénico?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 12 se recogen en la Tabla XXVI:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test (N = 139)		Post-test (N = 137)		Pre-test (N = 58)		Post-test (N = 52)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No, lo desconozco	81	58,3	22	16,1	25	43,1	8	15,4
Sí, conozco un poco sobre el tema	45	32,4	43	31,4	30	51,7	21	40,4
Sí, conozco el tema	10	7,2	45	32,8	1	1,7	17	32,7
Sí, conozco bastante sobre el tema	3	2,2	21	15,3	0	0	6	11,5
Sí, me resulta un tema muy familiar	0	0	6	4,4	2	3,4	0	0
Total	139	100	137	100	58	100	52	100
Análisis estadístico	$\chi^2(4) = 75,6, p < 0,01,$ $V \text{ de Cramer} = 0,52$				$\chi^2(1) = 32,3, p < 0,01,$ $V \text{ de Cramer} = 0,54$			

Tabla XXVI. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 12.

El conocimiento de los y las estudiantes sobre la toxicidad de algunos de los materiales que poseen los teléfonos móviles mejora de manera significativa ($p < 0,01$) tras su participación en el programa de actividades. Respecto a esta cuestión podemos afirmar que el tamaño del efecto de las diferencias encontradas es grande tanto para el caso del alumnado de 2º ESO como para el de 3º ESO.

CUESTIÓN 13: ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen metales preciosos reciclables, como el oro, la plata o el paladio?

Los resultados obtenidos en la Cuestión 13 se recogen en la Tabla XXVII:

Categoría respuesta	ALUMNADO 2º ESO				ALUMNADO 3º ESO			
	Pre-test (N = 139)		Post-test (N = 137)		Pre-test (N = 58)		Post-test (N = 52)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No, lo desconozco	82	59,0	24	17,5	36	62,1	6	11,5
Sí, conozco un poco sobre el tema	33	23,7	29	21,2	16	27,6	20	38,5
Sí, conozco el tema	15	10,8	44	32,1	4	6,9	17	32,7
Sí, conozco bastante sobre el tema	6	4,3	23	16,8	1	1,7	7	13,5
Sí, me resulta un tema muy familiar	3	2,2	17	12,4	1	1,7	2	3,8
Total	139	100	137	100	58	100	52	100
Análisis estadístico	$\chi^2 (4) = 66,0, p < 0,01,$ $V \text{ de Cramer} = 0,49$				$\chi^2 (4) = 34,5, p < 0,01,$ $V \text{ de Cramer} = 0,56$			

Tabla XXVII. Resultados de las respuestas del alumnado a la Cuestión 13.

En este caso, se sigue una tendencia similar a la obtenida en los resultados de la Cuestión 12, en ambos cursos se obtiene una mejora significativa en el conocimiento sobre la presencia de metales preciosos en los teléfonos móviles en desuso tras la implementación del programa de actividades ($p < 0,01$). En el caso del alumnado de 2º ESO podemos afirmar que el tamaño del efecto de las diferencias encontradas es medio ($V \text{ de Cramer} = 0,49$) y en el de 3º ESO es grande ($V \text{ de Cramer} = 0,56$).

4.2.1.4. Resultados de las cuestiones relativas al impacto asociado al ciclo de vida de un teléfono móvil y la necesidad de su adecuado reciclaje

Las Cuestiones 14, 15 y 16 se centran en el impacto ambiental y social asociados al ciclo de vida de los teléfonos móviles.

- CUESTIÓN 14: Comprendo el impacto ambiental que tienen los teléfonos móviles a lo largo de su ciclo de vida
- CUESTIÓN 15: Conozco la problemática social asociada al ciclo de vida de los teléfonos móviles
- CUESTIÓN 16: Considero que realizo un consumo sostenible de esta tecnología

Las Cuestiones 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 tratan la importancia de llevar a cabo un reciclaje adecuado de los dispositivos electrónicos.

- CUESTIÓN 17: El reciclaje de estos dispositivos reduce los peligros para la salud
- CUESTIÓN 18: El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce las posibilidades de daños accidentales en el hogar

CUESTIÓN 19: El reciclaje adecuado de dispositivos electrónicos protege el medio ambiente de los productos químicos tóxicos
CUESTIÓN 20: El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce la emisión de gases de efecto invernadero
CUESTIÓN 21: Me da miedo que el centro de recogida pueda hacer un mal uso de mi dispositivo electrónico
CUESTIÓN 22: Considero que los gastos del manejo de dispositivos electrónicos para su reciclaje son altos
CUESTIÓN 23: En mi opinión, el reciclaje de residuos electrónicos es demasiado complicado para ser útil
CUESTIÓN 24: En mi opinión, no es fácil encontrar información sobre el reciclaje de residuos electrónicos
CUESTIÓN 25: En mi opinión, no es fácil encontrar un centro de recogida de residuos electrónicos
CUESTIÓN 26: He leído boletines, revistas u otras noticias escritas por grupos ecologistas
CUESTIÓN 27: Alguna vez he evitado comprar los productos de una empresa porque sentía que la empresa estaba dañando el medio ambiente
CUESTIÓN 28: El reciclaje de dispositivos electrónicos es bueno
CUESTIÓN 29: Estoy dispuesto/a a hablar con mis amigos/as sobre los modos apropiados de deshacerse de los aparatos electrónicos
CUESTIÓN 30: Estoy dispuesto/a a dedicar un tiempo a reciclar mis viejos aparatos electrónicos (teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc.)

Con el fin de determinar la fiabilidad de la consistencia interna de los ítems que forman esta escala se ha calculado con el programa estadístico SPSS la estimación del coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose que el análisis de la consistencia interna de los ítems que forman la dimensión “Conocimiento sobre el impacto asociado al ciclo de vida de un teléfono móvil y la necesidad de su adecuado reciclaje” tiene un valor alfa de Cronbach de 0,75 (95% IC. 0,70-0,80), siendo este un valor bueno.

A continuación, se muestra en la Tabla XXVIII el valor medio de la puntuación obtenida en cada una de las cuestiones según la escala de Likert correspondiente a las siguientes equivalencias:

- 1 = Total desacuerdo
- 2 = Desacuerdo
- 3 = Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- 4 = De acuerdo
- 5 = Muy de acuerdo

CUESTIÓN	ALUMNADO 2º ESO		ALUMNADO 3º ESO	
	PRE-TEST (N=139)	POST-TEST (N=137)	PRE-TEST (N=58)	POST-TEST (N=52)
14	3,8 ± 0,9	4,3 ± 0,8	3,0 ± 1,1	3,7 ± 0,9
15	3,5 ± 1,1	4,2 ± 1,0	3,0 ± 1,1	3,5 ± 0,9
16	3,8 ± 0,9	3,9 ± 1,0	3,3 ± 1,0	3,0 ± 0,9
17	4,0 ± 1,0	4,2 ± 0,9	3,5 ± 1,0	3,6 ± 0,9
18	3,6 ± 1,1	3,7 ± 1,1	3,3 ± 1,0	3,0 ± 0,9
19	4,2 ± 0,8	4,5 ± 0,8	3,8 ± 1,1	3,8 ± 1,0
20	3,8 ± 1,0	4,1 ± 0,9	3,2 ± 1,1	3,4 ± 1,0
21	3,0 ± 1,4	2,7 ± 1,4	2,5 ± 1,2	2,5 ± 0,9
23	2,6 ± 1,2	2,5 ± 1,3	2,8 ± 1,0	2,6 ± 1,0
24	3,3 ± 1,2	3,2 ± 1,3	3,0 ± 1,1	2,9 ± 1,0
25	3,5 ± 1,2	3,3 ± 1,3	2,9 ± 1,1	3,2 ± 1,0
27	3,3 ± 1,3	4,0 ± 1,0	2,2 ± 1,3	3,1 ± 1,1
28	4,3 ± 0,9	4,4 ± 0,9	3,8 ± 1,0	3,8 ± 1,0
29	3,3 ± 1,2	3,3 ± 1,3	2,8 ± 1,3	2,9 ± 1,2
30	3,6 ± 1,2	3,8 ± 1,1	2,9 ± 1,3	3,2 ± 1,0

Tabla XXVIII. Resultados de las respuestas del alumnado a las Cuestiones 14 a 30¹.

Respecto a la interpretación de los resultados obtenidos en este bloque cabe destacar los siguientes aspectos:

- Los resultados obtenidos en las Cuestiones 14 y 15 que evalúan el conocimiento del alumnado sobre el impacto ambiental y social asociado al ciclo de vida de los teléfonos móviles muestran una mejora tras la implementación del programa de actividades, incrementándose el valor medio obtenido medio punto. Estos resultados pueden interpretarse como el paso de un conocimiento dudoso sobre el tema por parte del alumnado a un conocimiento bastante consolidado del mismo.
- Los resultados obtenidos en la Cuestión 16 no presentan una mejora considerable en cuanto al valor de la media, ya que es difícil cambiar de forma rápida los hábitos de consumo en general y, más aún en particular, de los adolescentes.
- Del mismo modo, los resultados obtenidos en las Cuestiones 17, 18, 19, 20 y 28, que contemplan que el reciclaje de los dispositivos electrónicos es bueno, ya que reduce peligros para la salud, evita accidentes y protege el medio ambiente, no muestran variaciones considerables y se encuentran entre los 3 y 4 puntos por lo que se entiende que en general el alumnado ya estaba bastante de acuerdo con dichas afirmaciones previamente a la implementación del programa de actividades y sus concepciones se han reafirmado con su realización.
- Los resultados obtenidos en las Cuestiones 21, 23, 24 y 25, que justifican la ausencia de hábitos de reciclaje de dispositivos electrónicos por inseguridad en la gestión de su privacidad, ineficiencia, falta de información o desconocimiento

¹ Los resultados correspondientes a las Cuestiones 22 y 26 se pueden consultar de manera gráfica en el Anexo D ya que solo se le planteó al alumnado previamente a su participación en la intervención didáctica.

de centros de recogida, tampoco presentan variaciones considerables tras la realización del programa de actividades.

- Sin embargo, los resultados obtenidos en la Cuestión 27 muestran un cambio considerable respecto al desarrollo de una conciencia en sostenibilidad por parte del alumnado tras la implementación del programa de actividades, incrementando su valor medio casi un punto en ambos cursos, de manera que si antes no tenían este aspecto en cuenta a la hora de comprar un teléfono móvil ahora lo tienen en mayor medida.
- Por último, los resultados obtenidos en las Cuestiones 29 y 30, dedicadas a la divulgación y puesta en práctica de los métodos apropiados para el reciclaje de dispositivos electrónicos han mejorado levemente tras la realización del programa de actividades, por lo que si el alumnado ya estaba dispuesto a tratar estos temas y a tomar un papel activo antes ahora esta decisión se reafirma.

Los resultados obtenidos en el Pre-Test en la mayoría de las cuestiones son convergentes con nuestra segunda hipótesis acerca del desconocimiento por parte del alumnado de Educación Secundaria respecto a las consecuencias ambientales y sociales asociadas al uso de dispositivos electrónicos como tablets o teléfonos móviles.

Por otra parte, al comparar, tal y como se ha descrito detalladamente en este apartado los resultados obtenidos en cada caso antes y después de la participación en el programa de actividades, podemos comprobar que estos son convergentes con la tercera hipótesis de este trabajo.

4.2.2. Resultados de la implementación del programa de actividades

Tal y como se ha señalado anteriormente, el programa de actividades diseñado se llevó a cabo en dos centros de Educación Secundaria. Por un lado, se implementó una versión extendida de este a lo largo de 16 sesiones en un centro de la comarca Horta Sud durante el periodo de prácticas como parte de un proyecto por ámbitos STEAM. Por otro, se puso en práctica una versión reducida en un centro de la ciudad de Valencia en la asignatura de Tecnología de forma coordinada con el profesorado de dicho centro.

En ambos casos se aprovecharon las oportunidades que brindan los currículos de las asignaturas mencionadas para tratar las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología a partir de las interacciones CTSA, fomentando la implicación del alumnado en la adopción de medidas relacionadas con un consumo responsable de la misma.

En primer lugar, se plantearon las actividades A.1, A.2 y A.3 a modo de introducción para que el alumnado adquiriera información sobre los materiales necesarios para la fabricación de un teléfono móvil y las implicaciones de esta tecnología, así como para favorecer que los y las estudiantes reflexionaran acerca de la problemática existente. Tras la puesta en común de estas actividades se elaboró el mapamundi de extracción de los elementos que componen un teléfono móvil que se muestra en la Figura X, y se consensuó la serie de problemáticas derivadas del consumo de la tecnología digital recogidas en la Figura XI.



Figura X. Mapamundi realizado por el alumnado en el programa de actividades.

Problemáticas derivadas del consumo irresponsable de la tecnología digital:

- *Explotación de recursos en países pobres pero ricos en minerales.*
- *Destrucción de ecosistemas como consecuencia de la explotación minera, la contaminación y la generación de residuos.*
- *Trabajo infantil y de mujeres embarazadas.*
- *Violencia de género y violaciones sistemáticas a las mujeres desprotegidas.*
- *Contaminación ambiental (aguas, suelos, aire, etc.).*
- *Negocio irresponsable en la compra y venta de los materiales extraídos.*
- *Malas condiciones de trabajo en las minas y en las fábricas de smartphones.*
- *Guerras como consecuencia de la apropiación de los rebeldes de terrenos ricos.*
- *Trafico clandestino de minerales preciados que se emplean para fabricar móviles.*
- *Problemas de salud y en la interacción social entre las personas de los países desarrollados como consecuencia de un uso desmedido de la tecnología digital.*
- *Contaminación extrema en países donde se acumulan los residuos provenientes de los países desarrollados en países pobres, denominados "países vertedero".*

Figura XI. Conclusiones obtenidas sobre el impacto de la tecnología digital.

A continuación, se plantearon las actividades A.4, A.5 y A.6 para conocer las características químicas del coltán (mineral decisivo en la fabricación de teléfonos móviles), las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y la relación existente entre ellas y las problemáticas identificadas.

A modo de ejemplo se muestra en la Figura XII la respuesta de un estudiante a la actividad A.4, pues las relaciones establecidas entre las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y la problemática que deriva de cada una de ellas se recogen en la Figura VIII incluida en el apartado 3.3.1.

El coltán es un mineral, formado por la mezcla de columbita $[(Fe, Mn)Nb_2O_6]$ y tantalita $[(Fe, Mn)Ta_2O_6]$ (óxidos de Niobio y de Tántalo), muy preciado por su superconductividad y elevada resistencia al calor y muy codiciado por las empresas fabricantes de dispositivos electrónicos.

Figura XII. Ejemplo de respuesta de un estudiante a la Actividad A.4 del programa de actividades.

Una vez el alumnado había reflexionado sobre los impactos de la tecnología y había podido observar la relación de esta con las materias que estudian se plantearon las actividades A.7, A.8 y A.9 a modo de cierre del programa de actividades, de manera que pudieran buscar más información sobre el tema de forma cooperativa, conocer y plantear soluciones activas y, por último, poner en valor su trabajo mediante un servicio a la comunidad (campaña de concienciación y recogida de dispositivos en desuso).

En última instancia cabe añadir que en todo momento el alumnado se mostró muy participativo e interesado en la realización de las actividades propuestas; en el Anexo E se recogen ejemplos de cada una de las actividades realizadas.

4.2.3. Resultados del cuestionario de evaluación del programa de actividades

Tras la implementación en el aula del programa de actividades diseñado para el tratamiento de las implicaciones ambientales y sociales asociadas al uso de dispositivos electrónicos, se propuso al alumnado de ambos cursos realizar una evaluación de las actividades llevadas a cabo respondiendo al cuestionario que se presentó en la Tabla IV, el cual se incluye en el Anexo F.

Con este cuestionario de evaluación se pretende conocer en qué medida (en una escala de 0 a 10) la intervención didáctica ha contribuido a mejorar su comprensión acerca de las implicaciones de la tecnología (ítem 1), si las actividades planteadas han captado su interés (ítem 3) y si puede mejorar su concienciación e implicación en la adopción de medidas necesarias (ítem 5). Los resultados obtenidos en cada uno de los cursos se muestran en la Tabla XXIX:

Curso	Estadística	Ítem 1	Ítem 3	Ítem 5
2º ESO (N=137)	Media	7.269	7.038	6.615
	Desviación Estándar	1.387	1.940	1.838
3º ESO (N=52)	Media	8.161	8.022	7.701
	Desviación Estándar	1.720	1.593	2.041

Tabla XXIX. Resultados de los ítems 1, 3 y 5 del cuestionario de evaluación.

En ella se puede observar una puntuación superior a 7 en 3º de ESO y a 8 en 2ª de ESO en cuanto a la mejora de la comprensión de la problemática socioambiental asociada al consumo de dispositivos electrónicos y, sobre todo, la necesidad y posibilidad de avanzar hacia un consumo responsable.

De igual modo, se observa una puntuación de 7 en 3º de ESO y de 8 en 2º de ESO respecto al interés de las actividades realizadas durante la intervención didáctica.

Por último, se observa una puntuación ligeramente inferior a 7 en 3º de ESO y a 8 en 2º de ESO en la percepción de mejora de la implicación del alumnado para favorecer una Tecnología Libre de Conflicto y adoptar las medidas necesarias.

Los Gráficos II, III, IV y V muestran la distribución de las respuestas del alumnado de cada centro:

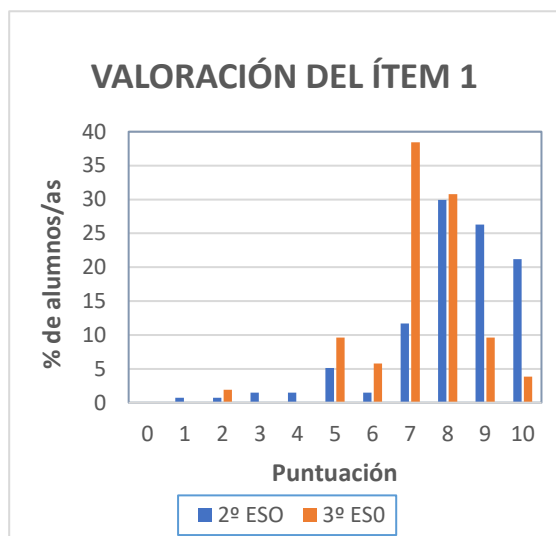


Gráfico II. Resultados para el ítem 1.

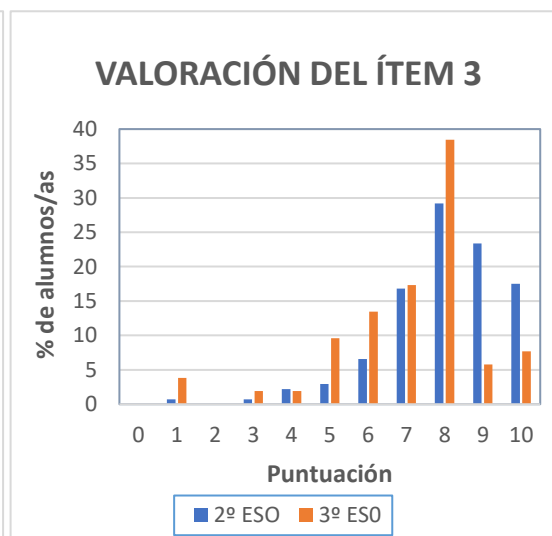


Gráfico III. Resultados para el ítem 3.

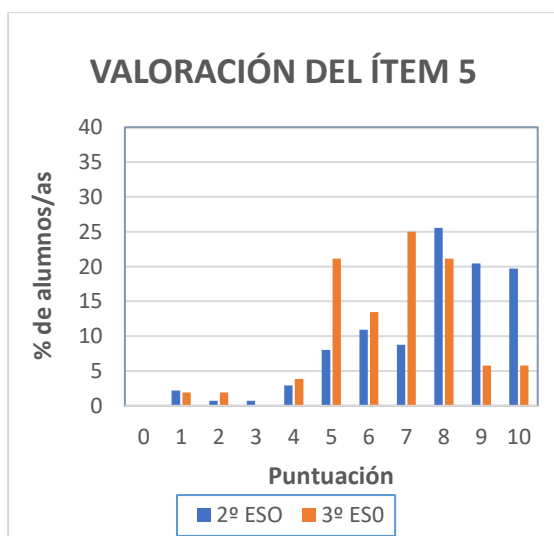


Gráfico IV. Resultados para el ítem 5.

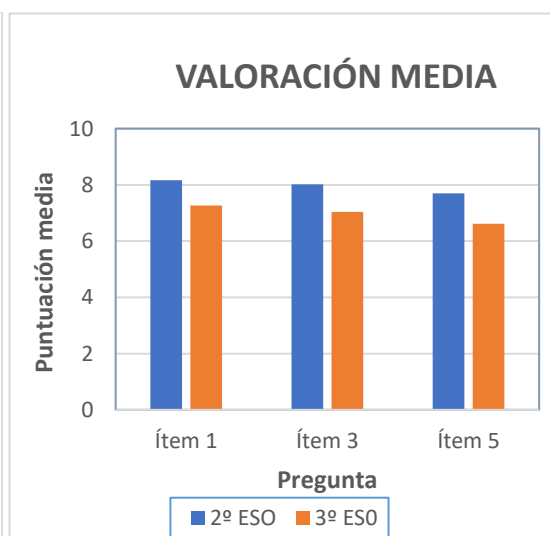


Gráfico V. Resultados ítems 1, 3 y 5.

Tal y como se puede observar en los Gráficos II a V, en general, el alumnado ha valorado positivamente el programa de actividades diseñado, siguiendo una tendencia similar en ambos cursos.

Por otra parte, los ítems 2, 4, 6 y 7 del cuestionario de evaluación ofrecen la posibilidad al alumnado de indicar de forma libre los motivos de su puntuación, así como comentarios sobre las actividades realizadas y/o sugerencias para la mejora del programa de actividades. A continuación, se exponen algunos ejemplos de las valoraciones recogidas para dichos ítems:

<i>Pienso que está muy bien, pero creo que podríamos haber hecho alguna actividad más, hubiera estado bien ver los materiales, pero por lo demás a muy bien.</i>
<i>Me ha ayudado mucho la recerca de información a aprender más cosas sobre el coltán, su extracción y las problemáticas que ocurren a extraerlo en el Congo.</i>
<i>En mi opinión, sí que me ha ayudado a pensar en reciclar el teléfono móvil.</i>
<i>Me ha gustado mucho este trabajo, ya que antes no sabía mucho sobre todo el proceso de la fabricación de los móviles, ni en las malas condiciones que hacen trabajar a los mineros para conseguir los minerales. Tampoco sabía sobre que, al tener el dispositivo en casa, ya viejo, puede expulsar sustancias perjudiciales para el ecosistema terrestre. He abierto los ojos.</i>

Tabla XXX. Ejemplos de respuestas del alumnado del ítem 2 del cuestionario de evaluación.

<i>Los vídeos me interesaron muchísimo.</i>
<i>La que más me ha interesado es la de buscar información y hacer el video, las preguntas estaban bastante bien para nuestro nivel.</i>
<i>Me ha interesado en particular el impacto en los ecosistemas, pienso que no hay nada que no convenga hacer.</i>
<i>Los temas que más me han gustado son el impacto social y medioambiental. Ya que te conciencia sobre cuánto puede contaminar un móvil en desuso y cuanto afecta a las personas que se dedican a extraer los materiales de estos como se ve en los videos.</i>

Tabla XXXI. Ejemplos de respuestas del alumnado del ítem 4 del cuestionario de evaluación.

<i>Si porque lo que está pasando no debería pasar y a partir de ahora valoraré más los móviles, ya que ahora se todas las consecuencias que puede tener hacer un mal uso.</i>
<i>Si i no porque los móviles los vas a seguir comprando igual, aunque sí que es verdad que ya sabemos que debemos reciclar los móviles.</i>
<i>Creo que si porque ahora ya sé que debo hacer al tener un dispositivo sin darle uso.</i>
<i>Creo que sí ya que de ahora en adelante hasta que no se me rompa el móvil no compraré otro y todos los que tenía en desuso los he reciclado.</i>

Tabla XXXII. Ejemplos de respuestas del alumnado del ítem 6 del cuestionario de evaluación.

<i>Me hubiera gustado trabajar la fabricación más a fondo, por ejemplo, diseñar un móvil con todos sus productos.</i>
<i>Me ha parecido todo muy interesante, pero los vídeos creados en clase podrían ser mejores y escucharse mejor.</i>
<i>Me hubiera gustado entrar en el tema más político y de las violaciones en las minas.</i>
<i>Se podrían investigar más soluciones para que esto se acabe.</i>

Tabla XXXIII. Ejemplos de respuestas del alumnado del ítem 7 del cuestionario de evaluación.

5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La actual situación de emergencia planetaria, caracterizada por numerosos problemas sociales y ambientales, estrechamente relacionados entre sí, requiere una implicación directa por parte de los sistemas educativos para incorporar la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) de forma transversal en todas las asignaturas, con el objetivo de formar una ciudadanía crítica y capaz de enfrentar los desafíos venideros.

Este Trabajo de Fin de Máster pretende, por tanto, dar respuesta al llamamiento realizado por parte de científicos/as y organismos internacionales en materia de Sostenibilidad. En particular, se centra en las implicaciones asociadas al consumo de la tecnología digital, analizando las posibilidades que ofrece el currículo de las asignaturas del ámbito científico-tecnológico de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato para tratar esta temática a partir de las interacciones CTSA, estudiando las concepciones previas del alumnado de estos niveles sobre dicha problemática y diseñando un programa de actividades basado en la metodología ApS que favorezca la búsqueda de soluciones activas.

Este trabajo se enmarca en una línea de investigación del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València que desde hace décadas trata de impulsar la EDS en los diferentes niveles educativos, centrándose en este caso en la Educación Secundaria. En concreto, nuestra investigación se inició con el planteamiento de la problemática existente derivada del consumo insostenible de la tecnología, la justificación de la necesaria concienciación de la ciudadanía al respecto y el enunciado y fundamentación de las hipótesis que orientan este estudio, las cuales afirman que:

- ✚ *En el currículum de las asignaturas científico-tecnológicas de Educación Secundaria (ESO) y Bachillerato existen oportunidades para trabajar las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología a partir de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA).*
- ✚ *A pesar de ello, el alumnado de Educación Secundaria desconoce, en particular, cuáles son las implicaciones ambientales y sociales asociadas a la tecnología digital y al uso de dispositivos electrónicos.*
- ✚ *La participación en una propuesta de intervención didáctica basada en la metodología Aprendizaje-Servicio e implementada desde el ámbito científico-técnico, puede favorecer la implicación del alumnado de Educación Secundaria en la adopción de medidas relacionadas con un consumo responsable de la tecnología digital.*

Con el objetivo de poner a prueba cada una de las hipótesis planteadas se llevó a cabo la elaboración de diferentes diseños experimentales recogidos en el tercer capítulo. Así pues, del análisis de los resultados obtenidos con la implementación de los diseños elaborados se extraen las siguientes conclusiones:

- De acuerdo con nuestra primera hipótesis el currículum de las asignaturas científico-tecnológicas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato ofrece oportunidades para trabajar las implicaciones ambientales y sociales de la tecnología a partir de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA), identificando en el análisis un total de 61 contenidos, 43 criterios de evaluación y 57 indicadores de logro/estándares de aprendizaje relacionados con esta problemática.
- A pesar de ello, y en convergencia con nuestra segunda hipótesis, el alumnado de Educación Secundaria desconoce, en particular, cuáles son las implicaciones ambientales y sociales asociadas a la tecnología digital y al uso de dispositivos electrónicos. Muestra de ello son los resultados obtenidos en la Cuestión 3, ya que entre el 80 y el 90% del alumnado encuestado desconoce qué materiales se necesitan para fabricar un teléfono móvil y los obtenidos en la Cuestión 5, ya que alrededor de un 70% de los/as estudiantes desconoce de dónde se extraen los materiales que se necesitan para fabricar dichos dispositivos. Del mismo modo, los resultados obtenidos en la Cuestión 6 ponen de manifiesto que, aproximadamente, el 70% del alumnado desconoce el impacto que genera sobre la población la extracción de los minerales que se emplean para la fabricación de estos dispositivos electrónicos, y los resultados obtenidos en las Cuestiones 12 y 13 muestran que entre un 50 y un 60% del alumnado desconoce o sabe solamente muy poco sobre la existencia de sustancias tóxicas y peligrosas, así como metales preciosos reciclables, en su interior.
- Por último, con la puesta en práctica de la propuesta didáctica diseñada, basada en la metodología Aprendizaje-Servicio e implementada desde el ámbito científico-técnico, se ha visto favorecida la implicación del alumnado de Educación Secundaria en la adopción de medidas relacionadas con un consumo responsable de la tecnología digital, tal y como considera la tercera hipótesis. Esta mejora se evidencia en los resultados obtenidos en la Cuestión 8, pues la mayor parte del alumnado pasa de guardar los teléfonos en desuso en casa a llevarlos a un punto de reciclaje, y en los obtenidos en la Cuestión 27, ya que el porcentaje de estudiantes que expresa su intención de evitar la compra de productos procedentes de empresas que dañan el medio ambiente se incrementa de manera considerable tras su participación en el programa de actividades.

Son muchas las perspectivas que abre esta investigación, en particular destacamos las siguientes:

- Analizar las oportunidades existentes en los libros de texto de las materias del ámbito científico-tecnológico de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato para tratar las implicaciones socioambientales de la tecnología digital.
- Conocer las concepciones de los/as docentes sobre la relevancia del impacto socioambiental de esta tecnología y en qué medida disponen de recursos suficientes para el tratamiento de esta problemática con alumnado de Educación Secundaria en las asignaturas del ámbito científico-técnico.

- Ampliar la muestra de estudiantes implicados en nuevas versiones mejoradas del programa de actividades.
- Adaptar e implementar el programa de actividades diseñado en otros cursos de Educación Secundaria y en Bachillerato, en asignaturas tales como Cultura Científica, y/o Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional de 4º ESO, Tecnología y Ciencias de la Comunicación de 4º ESO y 1º Bachillerato y/o Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de 2º Bachillerato.
- Adaptar el programa de actividades a la nueva legislación educativa española establecida en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006 (LOMLOE) y en el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Reorientar el programa de actividades en función de los resultados obtenidos tras su implementación y realizar un seguimiento temporal del mismo, puesto que en el centro de la comarca Horta Sud en el que se llevó a cabo durante el periodo de prácticas del Máster en Profesorado de Educación Secundaria continuará realizándose en los cursos venideros como proyecto por ámbitos STEAM.
- Valorar el impacto de la campaña de sensibilización llevada a cabo durante este curso en cuanto a Kg. de dispositivos electrónicos en desuso recogidos para su donación
- Mantener los vínculos de colaboración con diferentes ONG que desarrollan proyectos de ayuda humanitaria dirigidos a la población que vive en las zonas de extracción de materiales necesarios para la fabricación de dispositivos electrónicos.

Con todo ello, se pretende abrir nuevas líneas de investigación complementarias a la de este Trabajo Fin de Máster con vistas a contribuir a que estudiantes, docentes e investigadores comprendan la gravedad de la situación socioambiental que nos rodea y se impliquen en la construcción de sociedades más justas y sostenibles.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Awasthi, A. K., Cucchiella, F., D'Adamo, I., Li, J., Rosa, P., Terzi, S., Wei, G y Zeng, X. (2018). Modelling the correlations of e-waste quantity with economic increase. *Science of the Total Environment*, 613, 46-53.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.288>
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuher, R., Stegmann, P. (2017). *The Global e-Waste Monitor-2017*. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) e International Solid Waste Association (ISWA).
https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/gen/D-GEN-E_WASTE.01-2017-PDF-E.pdf
- Bybee, R. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153.
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, A. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 157-175.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Carpena, J., y Lopesino, C. (2001). ¿Qué contenidos CTS podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 29, 34-42.
- Cebrian, G., Fernández Morilla, M., Fuertes, M. T., Moraleda, A. y Segalàs Coral, J. (2019). La influencia del aprendizaje-servicio en el desarrollo de competencias en sostenibilidad en estudiantes universitarios. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 71(3), 151-167.
- Claudy, M. C., Garcia, R. y O'Driscoll, A. (2015). Consumer resistance to innovation—a behavioral reasoning perspective. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(4), 528-544.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2ª ed.) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMD). (1988). *Nuestro Futuro Común*. Editorial Alianza.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). (1992). *UN Conference on Environment and Development, Agenda 21- program of action for sustainable development: Rio declaration on environment and development*. Naciones Unidas. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/58/PDF/N9283658.pdf?OpenElement>

- Cucchiella, F., D'Adamo, I., Koh, S. L. y Rosa, P. (2015). Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 51, 263-272. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.010>
- Chuliá-Jordán, R., Vilches Peña, A. and Calero Llinares, M. (2022). The Press as a Resource for Promoting Sustainability Competencies in Teacher Training: The Case of SDG 7. *Sustainability*, Vol. 14 No. 2, 857. <https://doi.org/10.3390/su14020857>.
- Decreto 87/2015, de 5 de junio, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana. Diario Oficial de la Generalitat Valenciana, núm. 7544, de 10 de junio de 2015, pp. 17437-18582. http://www.dogv.gva.es/portal/ficha_disposicion_pc.jsp?sig=005254/2015&L=1
- Diamond, J. (2006). *Colapso*. Debate
- Dhir, A., Koshta, N., Goyal, R. K., Sakashita, M. y Almotairi, M. (2021). Behavioral reasoning theory (BRT) perspectives on E-waste recycling and management. *Journal of Cleaner Production*, Volume 280, Part 1, 124269. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124269>
- Duarte, C. (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC.
- Foro WEEE (2021). International E-Waste Day: 57.4M Tonnes Expected in 2021. https://weee-forum.org/ws_news/international-e-waste-day-2021/
- Fourez, G. (1994). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Ediciones Colihue. Colección Nuevos Caminos.
- Furco, A. y Billig, S. H. (2002). *Service learning: The essence of the pedagogy*. IAP.
- García, R., Francisco, A., Moliner, L., y Rubio, L. (2014). Introducción: aspectos clave para el desarrollo del aprendizaje servicio. En Francisco, A., Rubio, y Moliner, L. *Construyendo ciudadanía crítica y activa. Experiencias sobre el Aprendizaje Servicio en las universidades del Estado español* (pp. 9-22). Icaria.
- Gil-Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. y Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, Vol. 9 No. 1, pp. 67-90. <https://doi.org/10.1080/13504620303465>.

- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2019) La comprensión e impulso de la Sostenibilidad: un requisito imprescindible para una acción educativa y ciudadana eficaz. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 1(2), 2101.
https://doi:10.25267/Rev_educ_ambientsostenibilidad.2019.v1.i2.2101
- Hayford, B., Blomstrom, S. y DeBoer, B. (2014). STEM and Service-Learning: Does Service-Learning Increase STEM Literacy? *International Journal of Research on Service-Learning and Community Engagement*, Vol. 2, Issue 1.
<http://journals.sfu.ca/iarslce>
- Hernández, F. H. (2015). La educación en tiempos de cambio climático: facilitar el aprendizaje para construir una cultura de cuidado del clima. *Mètode*, 85.
- Hicks, D. y Holden, C. (1995). Exploring the future: a missing dimension in environmental education. *Environmental Education Research*, 1(2), 185-193.
- Holland, R. W., Aarts, H. y Langendam, D. (2006). Breaking and creating habits on the working floor: A field-experiment on the power of implementation intentions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 42(6), 776-783.
- Huckle, J. y Wals, A. E. J. (2015). The UN Decade of Education for Sustainable Development: business as usual in the end. *Environmental Education Research*, Vol. 21 No. 3, pp. 491-505. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1011084>.
- Kammler, D. C., Truong, T. M., VanNess, G. y McGowin, A. E. (2012). A service-learning project in chemistry: Environmental monitoring of a nature preserve. *Journal of Chemical Education*, 89 (11), 1384-1389.
- Kaur, P., Dhir, A., Singh, N., Sahu, G. y Almotairi, M. (2020). An innovation resistance theory perspective on mobile payment solutions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 55, 102059.
- Kumar, A. (2019). Exploring young adults' e-waste recycling behaviour using an extended theory of planned behaviour model: A cross-cultural study. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 141, Pages 378-389.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.013>
- Laukkanen, T. (2016). Consumer adoption versus rejection decisions in seemingly similar service innovations: The case of the Internet and mobile banking. *Journal of Business Research*, 69(7), 2432-2439.
- Leal Filho, W., Manolas, E. y Pace, P. (2015). The future we want: Key issues on sustainable development in higher education after Rio and the UN decade of education for sustainable development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 16 No. 1, pp. 112-129. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2014-0036>

Lewin, R. (1997). *La sexta extinción*. Tusquets Editores.

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, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-17264-consolidado.pdf>

Marques, L., Vilches, A., Gil- Pérez, D., Praia, J. y Thompson, D. (2008). The Current Planetary Crisis: A Missing Dimension in Science Education. En Azeteiro, U. M., Gonçalves, F., Pereira, R., Pereira, M. J., Leal-Filho, W. y Morgado, F. (Eds.). *Science and environmental education. Towards the integration of Science Education, Experimental Science Activities and Environmental Education* (pp.25-47). Peter Lang.

Menargues, A., Luján, I., Díez, R., Calero, M., Aguilar, B., Rodenas, M. C. y Ortiz, M. (2021). Enseñanza y aprendizaje del consumo sostenible a través de un proyecto de aprendizaje servicio en el Grado en Maestro en Educación Infantil. En Satorre, R. (Ed.). *Nuevos retos educativos en la enseñanza superior frente al desafío COVID-19* (pp.351-362). Ediciones Octaedro.

Morán, Ch., González, L., Nieto, M. y Rodríguez, V. M. (2021). *El conocimiento y la defensa del medio natural en la LOMLOE*. Fuhem Educación Ecosocial. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/conocimiento-defensa-medio-natural-lomloe.aspx>

Nowakowski, P. (2019). Investigating the reasons for storage of WEEE by residents – A potential for removal from households. *Waste Management*, Volume 87, 2019, Pages 192-203. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.008>

Núñez Torrón, A. (2021, 19 de octubre). 57, 4 millones de toneladas: la basura electrónica de 2021 superará el peso de la Gran Muralla China. Business Insider. <https://www.businessinsider.es/basura-electronica-2021-supera-peso-gran-muralla-china-950233>

Ofei-Manu, P. y Didham, R. J. (2018). Identifying the factors for sustainability learning performance. *Journal Cleaner Production*, 198, 1173-1184.

ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. A/69/L85. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S

Orr, D. W. (1995). Educating for the Environment. Higher education's Challenge of the Next Century. *Change*, May/June, 43-46.

Pascual, M. (2021, 23 de junio). Escuelas que nos den de vivir. Otras voces en Educación. <https://otrasvoceseneducacion.org/archivos/380828>.

- Pitron, G. (2021, octubre). Cuando la tecnología digital destruye el planeta. *Le Monde Diplomatique en Español*. <https://mondiplo.com/cuando-la-tecnologia-digital-destruye-el-planeta>
- Prieto, T. y España, E. (2010). Educar para la sostenibilidad. Un problema del que podemos hacernos cargo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 216-229.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2021, 24 de enero). Nuevo reporte: es hora de apostar por la economía circular para la basura electrónica. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/nuevo-reporte-es-hora-de-apostar-por-la-economia>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, núm. 3, de 3 de enero de 2015, pp. 169-546. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
- Resch, K. (2018). Third Mission and service learning. A narrative evaluation of the relevance of students' experiences. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 13, 127-139. <https://doi.org/10.3217/zfhe-13-02/08>
- Reverte, N. (2020). *Atención prestada a las interacciones CTSA en la Educación Científica*. Trabajo final del Máster en Investigación en Didácticas Específicas. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials. Universitat de València.
- Ríos, E. y Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2007, vol. 6, num. 1, p. 32-56.
- Sachs, J., Lafortune, G., Kroll, Ch., Fuller, G., Woelm, F. (2022). *From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond*. *Sustainable Development Report 2022*. Cambridge. Cambridge University Press. DOI 10.1017/9781009210058
- Sánchez Carracedo, F., Marqués, E., Ortega Roig, X., Feliu, A. y Vendrell E. (2017, julio 7). El voluntariado TIC como forma de Aprendizaje-Servicio [Comunicación oral]. XXIII JENUI, Cáceres, España. https://aenui.org/actas/pdf/JENUI_2017_020.pdf
- Sánchez Carracedo, F. y López, D. (2016). El Programa UPC-ReuTIlitza: reutilización de ordenadores como metodología de aprendizaje-servicio para incorporar sostenibilidad, cooperación y economía circular en estudios TIC. *Revista de Investigación en Docencia Universitaria de la Informática* vol. 9, núm. 3. Septiembre 2016. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98750/ReutilitzaUTF.pdf?sequence=1>

- Sánchez Carracedo, F. y López, D. (2021). A Service-Learning Based Computers Reuse Program. *Sustainability*, 13, 7785. <https://doi.org/10.3390/su13147785>
- Segalàs, J. y Sánchez, F. (2019). El proyecto EDINSOST. Formación en las Universidades españolas de profesionales como agentes de cambio para afrontar los retos de la sociedad. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1, (1), p. 1204-1-1204-16. <http://hdl.handle.net/2117/131332>
- Sigmon, R. L. (1994). *Serving to Learn, Learning to Serve. Linking Service with Learning*. Council for Independent Colleges Report.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1997). STS interactions and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81 (4), 337-386.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1998). Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria. En E. Banet y A. de Pro (Coord.). *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias* (pp.142-148). Universidad de Murcia.
- Solbes, J. y Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 337-348. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3868>
- Solbes, J. y Vilches, A. (2005). Las relaciones CTSA y la formación ciudadana. En Membiela, P. y Padilla, Y. *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI* (20). Educación Editoria.
- Solbes, J., Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2001). El enfoque CTS y la formación del profesorado, En Membiela, P. (Ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia- Tecnología-Sociedad* (pp.163-175). Narcea.
- Tandon, A., Dhir, A., Kaur, P., Kushwah, S. y Salo, J. (2020). Behavioral reasoning perspectives on organic food purchase. *Appetite*, 154, 104786.
- Tarrant, M. A. y Cordell, H. K. (1997). The effect of respondent characteristics on general environmental attitude-behavior correspondence. *Environment and behavior*, 29(5), 618-637.
- Tedesco, L. P. y Salazar, K. A. (2006). Using environmental service-learning in an urban environment to adress water quality issues. *Journal of Geoscience Education*, 54, 123-132.
- UNESCO (2002). *Education for Sustainability, from Rio to Johannesburg: Lessons Learnt from a Decade of Commitment*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127100>

- UNESCO (2005a). UN Decade of Education for Sustainable Development, 2005-2014: *the DESD at a glance*. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141629>.
- UNESCO (2005b). *UN Decade of Education for Sustainable Development 2005-2014 International Implementation Scheme*. UNESCO.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148654e.pdf>
- UNESCO (2009). *Bonn Declaration of the World Conference on Education for Sustainable Development*. UNESCO.
http://www.esd-world-conference-2009.org/fileadmin/download/ESD2009_BonnDeclaration080409.pdf
- UNESCO (2014a). *Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. UNESCO.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514e.pdf>
- UNESCO (2014b). *Shaping the Future We Want. UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-14). Final Report*. UNESCO.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf>
- UNESCO (2015). *Education 2030. Incheon Declaration and Framework for action for implementation of SDG 4*. UNESCO.
<https://iite.unesco.org/publications/education-2030-incheon-declaration-framework-action-towards-inclusive-equitable-quality-education-lifelong-learning/>
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives*. UNESCO.
https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-08/unesco_education_for_sustainable_development_goals.pdf
- UNESCO (2020). *Educación para el Desarrollo Sostenible. Hoja de ruta*. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374896>
- Verdera, V. V. (2015). El aprendizaje-servicio: una estrategia para la formación de competencias en sostenibilidad. *Foro de Educación*, (19), 193-212.
- Vilches, A. y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Cambridge University Press.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente. *Revista de Educación*, No. Extr. 2009, 101-122.
- Vilches, A., Macías, O. y Gil-Pérez, D. (2014). *La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana. Temas clave de reflexión y acción*. OEI.

- Wang, Z., Guo, D., Wang, X., Zhang, B. y Wang, B. (2018). How does information publicity influence residents' behaviour intentions around e-waste recycling? *Resources, Conservation and Recycling*, 133, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.014>
- Wang, Z., Guo, D., Wang, X. (2016). Determinants of residents'e-waste recycling behaviour intentions: evidence from China. *Journal of cleaner production*, 137, 850-860.
- Worldwatch Institute (1984-2018). *The State of the World*. W.W. Norton. (Versiones en castellano, *La situación del mundo*. Icaria).
- Yin, J., Gao, Y. y Xu, H. (2014). Survey and analysis of consumers' behaviour of waste mobile phone recycling in China. *Journal of Cleaner Production*, Volume 65, Pages 517-525. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.006>
- Ylä-Mella, J., Keiski, R. L. y Pongrácz, E. (2015). Electronic waste recovery in Finland: Consumers' perceptions towards recycling and re-use of mobile phones. *Waste Management*, Volume 45, Pages 374-384. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.031>

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	63
VERSIÓN PARA EL ALUMNADO DEL PROGRAMA DE ACTIVIDADES	64
MATERIAL COMPLEMENTARIO AL PROGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROFESORADO .	69
ANEXO B	75
ANÁLISIS DETALLADO DEL CURRÍCULO DE ESO Y BACHILLERATO	76
ANEXO C	84
CUESTIONARIO INICIAL SOBRE TECNOLOGÍA. ALUMNADO EDUCACIÓN SECUNDARIA	85
CUESTIONARIO FINAL SOBRE TECNOLOGÍA. ALUMNADO EDUCACIÓN SECUNDARIA	90
ANEXO D	95
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO	96
ANEXO E	124
EJEMPLOS DE RESPUESTAS DEL ALUMNADO DEL PROGRAMA DE ACTIVIDADES	125
ANEXO F	132
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE ACTIVIDADES	133

ANEXO A

En este anexo se incluye la versión para el alumnado del programa de actividades y el material complementario diseñado para el profesorado, el cual se compone de un Kahoot diseñado para trabajar el impacto socioambiental asociado al ciclo de vida de un teléfono móvil y de una guía para la realización del trabajo de investigación definido en la actividad A.7.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES ASOCIADAS A LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

(Versión para el alumnado)

TECNOLOGÍA LIBRE DE CONFLICTO Y CONSUMO RESPONSABLE

En la unidad “La materia y los elementos” hemos aprendido que un elemento químico se identifica porque todos sus átomos tienen el mismo número atómico, así como cuántos elementos químicos se conocen hoy en día. Nos centraremos ahora en estudiar algunos elementos químicos de especial interés por sus aplicaciones tecnológicas.

Desde hace décadas la tecnología tiene un gran impacto en nuestra sociedad. Sus continuos avances aportan soluciones a numerosos problemas y mejoran nuestra calidad de vida en diferentes ámbitos. En particular, los nuevos aparatos y dispositivos electrónicos nos permiten realizar tareas de formar ágil y eficaz. Para entender la estrecha relación que existe entre la química y la tecnología, podemos plantearnos la siguiente pregunta: *¿De qué elementos están hechos los smartphones, tablets, ordenadores, etc., que usamos a diario?*

A continuación, te proponemos una serie de actividades con el fin de poder dar respuesta a esta cuestión inicial:

A.1. Visualizar el vídeo “La Química del mòbil (Programa Tot es mou de TV3)” para conocer los elementos de la tabla periódica que podemos encontrar dentro de un teléfono móvil y completar los espacios en blanco con la información del vídeo:

CARCASA

1.Hierro (Fe) 2.Carbono (C) 3.Magnesio (Mg) 4.Hidrógeno (H)

Mezcla de Fe y C = _____

Mezcla de Fe y Mg = _____

Mezcla de H y C = _____

BATERÍA

1.Litio (Li) 2.Cobalto (Co)

Normalmente las baterías se fabrican con _____

ELECTRÓNICA

1.Cobre (Cu) 2.Plata (Ag) 3.Oro (Au)

¿Cuáles de estos elementos son los más conductores? _____

AURICULARES/MICRÓFONO

1. Neodimio (Nd) 2. Disproσιο (Dy) 3. Terbio (Tb) 3. Europio (Eu)

¿Qué característica se resalta de estos elementos? _____

PANTALLA

1. Aluminio (Al) 2. Silicio (Si) 3. Indio (In)

¿De qué material está formada una pantalla? _____

CHIPS

1. Silicio (Si)

¿Con qué otros elementos se combina el silicio para fabricar los chips?

COLORES

1. Itrio (Y)

¿Qué color se consigue utilizando este elemento? _____

MICRO-CONDENSADORES

1. Tántalo (Ta)

¿De qué mineral se extrae este elemento? _____

¿De qué país se extrae este mineral principalmente? _____

¿Por qué se trata de un mineral problemático? _____

¿Qué tiene de especial el teléfono Firephone? _____

En el vídeo también han aparecido como elementos componentes de un teléfono móvil el calcio (Ca), el níquel (Ni), el cromo (Cr), el germanio (Ge), el molibdeno (Mo), el wolframio (W), el praseodimio (Pr) y el gadolinio (Gd). Buscar en internet para qué se utiliza cada uno de ellos en los teléfonos móviles.

A.2. Una vez conocidos los diferentes elementos químicos que se necesitan para fabricar un teléfono móvil, realizar, de manera distribuida entre los grupos, una búsqueda de información sobre los principales países productores de cada uno de ellos y confeccionar una tarjeta de, aproximadamente, 10 x 10 cm, que incluya esta información y alguna curiosidad sobre el elemento, tal y como muestra el siguiente ejemplo:

Las principales minas de extracción de aluminio se encuentran en China (primer productor mundial), India y Rusia.

El aluminio es resistente, ligero, dúctil, impermeable y facilita la reflexión, por tanto, es ídneo para fabricar las pantallas de los teléfonos móviles.

La bauxita (Al_2O_3) se utiliza como materia prima para obtener aluminio (Al), la cual se forma como producto residual durante millones de años por la meteorización química de las rocas que contienen aluminosilicatos.



Para finalizar la actividad, pegar vuestra tarjeta en el póster del mapamundi mudo facilitado por el profesor/a y unir vuestra tarjeta con los países donde se extrae principalmente el elemento que habéis estudiado en vuestro grupo. Una vez finalizada la actividad el mural resultante se expondrá en las áreas comunes del centro.

A.3. Visualizar, de manera conjunta, una serie de vídeos a partir de los cuales se realizará una reflexión sobre la problemática social existente en la República Democrática del Congo como consecuencia de la extracción del coltán (Tántalo) u otros minerales que contienen elementos químicos imprescindibles para la fabricación de teléfonos móviles y otros dispositivos electrónicos. El conflicto bélico que desde hace décadas tiene lugar en ese país es el que más vidas se ha cobrado desde la Segunda Guerra Mundial, con más de cinco millones de fallecidos y millones de refugiados que huyen de la violencia extrema de los grupos armados que controlan la extracción de dichos minerales.

A.4. Buscar qué minerales forman el coltán y analizar sus fórmulas químicas en base a los conocimientos de formulación y nomenclatura inorgánica adquiridos previamente en la asignatura de Física y Química, indicando qué compuestos binarios identificáis y con qué elementos se combinan. Además, indicar cuáles son las propiedades principales de este mineral (coltán) y reflexionar sobre la relación de estas con los elementos que conforman su composición.

A.5. Analizar en qué consiste cada una de las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y pensar cuáles son las implicaciones ambientales y sociales de cada una de las fases en relación con las problemáticas.

FASES DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL	
FASE I. Extracción de materiales	FASE II. Procesamiento de materiales
FASE III. Fabricación	Fase IV. Embalaje y transporte
FASE V. Vida útil	FASE VI. Desecho, Reciclaje y Reutilización



FASES DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL	
Explotación masiva de recursos	Impacto Ambiental
Destrucción de ecosistemas	Pobreza en países ricos en recursos
Violencia de género	Explotación laboral
Trabajo infantil	Conflicto bélico
Mercado abusivo	Clandestinidad
Problemas en relaciones sociales	Problemas de salud
Países vertedero	

A.6. Realizar, de forma conjunta en el aula, el Kahoot propuesto por el/la profesor/a para trabajar las relaciones entre las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y las implicaciones ambientales y sociales de cada fase.

A.7. Una vez conocidas cuáles son las diferentes fases del ciclo de vida de un teléfono móvil, distribuir estas fases entre los diferentes grupos, con el fin de que cada uno realice un trabajo de investigación sobre las problemáticas socioambientales asociadas a cada una de ellas, investigaciones que se pondrán en común, posteriormente, con el resto de la clase a través de una infografía o vídeo informativo.

A.8. ¿Sabéis en qué consiste la economía circular? Leer con atención los artículos sobre smartphones sostenibles facilitados por el profesor o la profesora y a partir de los conocimientos aprendidos indicar si los smartphones sostenibles serían una de las posibles vías de economía circular disponibles para el ciclo de vida de un teléfono móvil.








A.9. Para finalizar, os proponemos dar a conocer vuestro trabajo al resto de la comunidad educativa y participar en una campaña de sensibilización y recogida de dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, tablets, cargadores, etc., en desuso promovida, en particular, por la ONGD Alboan. Esta ONGD destina el importe obtenido por el reciclaje de los dispositivos donados a proyectos humanitarios y de desarrollo en el este de la R.D. del Congo (<https://www.tecnologialibredeconflicto.org/>). En particular, os invitamos a exponer vuestros trabajos al resto de compañeros/as del centro y así divulgar la problemática trabajada y las vías alternativas propuestas para vuestro entorno más cercano.

Kahoot!


IMPACTO SOCIOAMBIENTAL ASOCIADO AL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL





1. Quines són les problemàtiques derivades de la extracció de materials?



	Explotació massiva de recursos,destrucció d'ecosistemes i impacte ambiental	✓
	Explotació massiva de recursos,destrucció d'ecosistemes i països abocadors	✗
	Països abocadors i violència de gènere	✗
	Totes les respostes anteriors	✗

1. Quines són les problemàtiques derivades de la extracció de materials? (Part II)



	Explotació laboral	✗
	Treball infantil	✗
	Violència de gènere	✗
	Totes les respostes anteriors	✓

1. Quines són les problemàtiques derivades de la extracció de materials? (Part III)



- Problemes de salut i pobresa en països rics ✗
- Problemes en relacions socials i pobresa en països rics ✗
- Cap de les respostes anteriors ✓
- conflicte bèl·lic i països abocadors ✗

2. Quines són les problemàtiques derivades del processament de materials?



- Mercat abusiu ✗
- Explotació laboral ✗
- Clandestinitat i impacte ambiental ✗
- Totes les respostes anteriors ✓

3. Quines són les problemàtiques derivades de la fabricació?



- Impacte ambiental i clandestinitat ✗
- Explotació laboral i mercat abusiu ✗
- Cap de les respostes anteriors ✗
- Les respostes roja i blava ✓

4. Quines són les problemàtiques derivades de l'empacat/embalatge i el transport?



- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Destrucció d'ecosistemes | ✗ |
| <input type="checkbox"/> | Impacte ambiental | ✗ |
| <input type="checkbox"/> | Països abocadors | ✗ |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Totes les respostes anteriors | ✓ |

5. Quines són les problemàtiques derivades de la vida útil?



- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Problemes socials | ✗ |
| <input type="checkbox"/> | Impacte ambiental | ✗ |
| <input type="checkbox"/> | Problemes de salut | ✗ |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Totes les respostes anteriors | ✓ |

6. Quines són les problemàtiques derivades de la deixalla, el reciclatge i la reutilització?



- | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Clandestinitat, problemes de salut i violència de gènere | ✗ |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Països abocadors, impacte ambiental i destrucció d'ecosistemes | ✓ |
| <input type="checkbox"/> | Cap de les respostes anteriors | ✗ |
| <input type="checkbox"/> | Les respostes roja i blava | ✗ |

GUÍAS PARA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

FASE DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL A TRABAJAR: Extracción de materiales.

Para trabajar las problemáticas derivadas de la fase de extracción de los materiales necesarios para la fabricación de un teléfono móvil, la búsqueda de información se realizará a partir de la extracción de coltán en la República Democrática del Congo. A continuación, se presentan una serie de preguntas que es necesario contestar, las cuales sirven como guía para la realización de la investigación:

1. ¿Qué materiales se extraen del Congo para fabricar los teléfonos móviles? ¿Qué disponibilidad de esos materiales hay en la naturaleza?
2. ¿Qué impacto ambiental se produce en la zona con la extracción de esos materiales?
3. ¿Qué consumo de agua se lleva a cabo durante la obtención de dichos materiales? ¿Qué cantidad de CO₂ como consecuencia de dicho proceso de extracción?
4. ¿Quiénes venden esos materiales? ¿Se realiza un comercio justo?
5. ¿Qué consecuencias económicas tiene para la población del Congo la explotación de estos recursos naturales?

A la hora de contestar las cuestiones planteadas trata al menos estas problemáticas:

- Explotación masiva de recursos
- Impacto ambiental
- Destrucción de ecosistemas
- Pobreza en países ricos en recursos

FASE DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL A TRABAJAR: Extracción de materiales.

Para trabajar las problemáticas derivadas de la fase de extracción de los materiales necesarios para la fabricación de un teléfono móvil, la búsqueda de información se realizará a partir de la extracción de coltán en la República Democrática del Congo. A continuación, se presentan una serie de preguntas que es necesario contestar, las cuales sirven como guía para la realización de la investigación:

1. ¿Qué materiales se extraen del Congo para fabricar los teléfonos móviles?
2. ¿Quiénes extraen esos materiales?
3. ¿En qué condiciones de trabajo se realiza la extracción de materiales?
4. ¿Se respetan los derechos humanos de las personas que trabajan y viven cerca de los lugares de extracción?
5. ¿Existe algún conflicto de poder como consecuencia de la explotación de recursos? ¿Qué consecuencias tiene para la población?

A la hora de contestar las cuestiones planteadas trata al menos estas problemáticas:

- Violencia de género
- Explotación laboral
- Trabajo infantil
- Conflicto bélico

FASE DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL A TRABAJAR: Procesamiento de materiales y Fabricación de dispositivos móviles.

Para trabajar las problemáticas derivadas de la fase de procesamiento de materiales la búsqueda de información se realizará a partir de los minerales extraídos del Congo. A continuación, se presentan una serie de preguntas que es necesario contestar, las cuales sirven como guía para la realización de la investigación:

1. ¿Qué materiales se extraen del Congo para fabricar los teléfonos móviles y quiénes los compran? ¿Se realiza un comercio justo?
2. ¿A qué tipo de procesos se someten estos materiales antes de ser destinados a las empresas fabricantes de telefonía?
3. ¿Dónde se fabrican los teléfonos móviles? ¿Por qué las empresas fabricantes escogen estos países para fabricar sus productos?
4. ¿Qué porcentaje de beneficios se obtiene aproximadamente entre la fabricación y la venta de un teléfono móvil?
5. ¿Qué consecuencias sociales y ambientales están asociadas a las fases de procesamiento y fabricación de teléfonos móviles?

A la hora de contestar las cuestiones planteadas trata al menos estas problemáticas:

- Impacto ambiental
- Explotación laboral
- Mercado abusivo
- Clandestinidad

FASE DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL A TRABAJAR: Embalaje y transporte.

Para trabajar las problemáticas derivadas de la fase de embalaje y transporte se presentan una serie de preguntas que es necesario contestar, las cuales sirven como guía para la realización de la investigación:

1. ¿Qué materiales se utilizan en el embalaje de teléfonos móvil para su distribución?
2. ¿Qué impacto ambiental tiene el desecho de estos materiales? ¿Qué podemos hacer para reducirlo?
3. ¿Qué impacto ambiental conlleva el transporte de los teléfonos fabricados desde las fábricas hasta nuestras manos?
4. ¿Qué camino realiza un teléfono móvil desde la fábrica hasta nuestras tiendas?
5. ¿Aumentará la huella de carbono si en lugar de comprar un teléfono móvil en comercios habituales se realiza mediante un pedido online a domicilio?

A la hora de contestar las cuestiones planteadas trata al menos estas problemáticas:

- Impacto ambiental
- Destrucción de ecosistemas
- Países vertedero

Además, sería conveniente abordar la necesidad de un consumo responsable y sostenible.

FASE DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL A TRABAJAR: Vida útil.

Para trabajar las problemáticas derivadas de la fase de vida útil se presentan una serie de preguntas que es necesario contestar, las cuales sirven como guía para la realización de la investigación:

1. ¿Cuántas horas de media diarias utilizamos el teléfono móvil? ¿Se trata de un uso reducido, moderado o excesivo del teléfono móvil?
2. ¿Qué problemas de personales (relaciones sociales) i de salud ocasiona un uso desmedido del móvil?
3. ¿Qué coste energético tiene el envío de un mensaje de texto, whats app o correo electrónico?
4. ¿Cuántas veces cargamos la batería a lo largo de la semana? ¿Qué demanda de energía supone?
5. ¿Cuál es la huella de carbono anual del uso de un teléfono móvil?

A la hora de contestar las cuestiones planteadas trata al menos estas problemáticas:

- Impacto ambiental
- Problemas en relaciones sociales
- Problemas de salud

Además, sería conveniente abordar la necesidad de un consumo responsable y sostenible.

FASE DEL CICLO DE VIDA DE UN TELÉFONO MÓVIL A TRABAJAR: Desecho, Reutilización o Reciclaje.

Para trabajar las problemáticas derivadas de la fase de desecho, reutilización o reciclaje se presentan una serie de preguntas que es necesario contestar, las cuales sirven como guía para la realización de la investigación:

1. ¿Cuál es la vida útil de un teléfono móvil? ¿Por qué deja de funcionar?
2. ¿Qué residuos diferentes se generan desde que se compra un teléfono móvil hasta que nos deshacemos de él?
3. ¿Dónde debemos depositar cada residuo?
4. ¿Qué consecuencias ambientales se derivan de una gestión descontrolada de este tipo de residuos?
5. ¿En qué consisten los países vertedero? ¿Cuáles son los que se utilizan para depositar de forma masiva los residuos provenientes de los teléfonos móviles?

A la hora de contestar las cuestiones planteadas trata al menos estas problemáticas:

- Impacto ambiental
- Destrucción de ecosistemas
- Países vertedero

Además, sería conveniente abordar la necesidad de un consumo responsable y sostenible.

ANEXO B

En este anexo se incluye el análisis detallado del currículo de las asignaturas del ámbito científico-tecnológico de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, para así detectar hasta qué punto existen oportunidades para trabajar competencias de Sostenibilidad a través de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA).

Los resultados del análisis se recogen en una tabla que se estructura en los siguientes apartados:

- Materia.
- Curso.
- Bloque.
- Contenidos.
- Criterio de evaluación.
- Indicadores de logro / Estándares de aprendizaje.
- Competencias.

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS
Tecnología	2º ESO	BL1. Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica.	Análisis tecnológico de objetos.	BL 1.1. Analizar la influencia de objetos técnicos tanto para conocer su utilidad como su impacto social.	BL1.1.1. Analiza el impacto social de objetos técnicos según sus características y su utilidad.	CMCT, CSC
	3º ESO	BL1. Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica.	Análisis tecnológico de objetos y propuestas de mejora.	BL 1.1. Analizar objetos técnicos desde el punto de vista de su utilidad como de su impacto social con el objetivo de proponer posibles mejoras.	BL1.1.1. Analiza objetos técnicos desde el punto de vista de su utilidad y su impacto social con el objetivo de proponer posibles mejoras.	CMCT, CSC
	4º ESO	BL6. Tecnología y Sociedad	Adquisición de hábitos que potencian el desarrollo sostenible.	BL 6.1. Argumentar los cambios tecnológicos más relevantes para valorar su repercusión tanto tecnológica como económica y social, en base a documentación escrita y digital.	BL 6.1.1. Argumenta sobre la repercusión de los cambios tecnológicos más relevantes desde el punto de vista tecnológico, económico y social en base a documentación escrita y digital.	CCLI, CSC
			Aprovechamiento de materias primas y recursos naturales.	BL 6.5. Estudiar objetos técnicos y tecnológicos mediante el análisis de objetos, para ver su relación con el entorno, su función y evolución histórica.	BL 6.5.1. Analiza objetos tecnológicos teniendo en cuenta su entorno, función y evolución histórica.	CMCT, CAA

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS
Física y Química	2º ESO	BL5. Energía	Fuentes de energía renovables y no renovables.	BL5.5 Diferenciar las principales características de los tipos de energía, sus fuentes y su origen, enunciando los beneficios y riesgos de su uso actuando de acuerdo a hábitos de consumo responsable de la energía y otros recursos analizando la predominancia de las fuentes de energía convencionales frente a las alternativas.	BL5.5.1. Diferencia las principales características de los tipos de energía, sus fuentes y su origen enunciando los beneficios y riesgos de su uso actuando de acuerdo a hábitos de consumo responsable de la energía y otros recursos.	CMCT, CSC, SIEE
			Uso racional de la energía: consumo responsable.	BL5.6 Interpretar datos comparativos sobre la evolución del consumo de energía mundial proponiendo medidas que pueden contribuir al ahorro individual y colectivo.	BL5.6.1 Propone medidas de ahorro energético a partir de la interpretación de datos de la evolución del consumo energético.	CMCT, CSC
	3º ESO	BL2. La Materia.	Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones tecnológicas y biomédicas.	BL 2.11. Diferenciar entre átomos y moléculas, y entre elementos y compuestos conocidos, a partir de su expresión química y presentar, utilizando las TIC, las propiedades y aplicaciones de algún elemento y/o compuesto químico de especial interés a partir de una búsqueda guiada de información.	BL 2.11.2 Explica propiedades y aplicaciones de algún elemento o compuesto a partir de búsqueda guiada de información, usando las TIC.	CMCT, CD, SIEE
		BL3. Los Cambios	La química en la sociedad y el medio ambiente.	BL3.3 Clasificar productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética, asociando los productos sintéticos con la mejora de la calidad de vida, y evaluar la importancia de la industria química en la sociedad, así como los problemas medioambientales asociados, describiendo el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno, los CFC y otros gases de efecto invernadero y proponer medidas y actitudes para mitigarlos.	BL3.3.3 Evalúa los problemas medioambientales asociados con la industria química, describiendo el impacto medioambiental de distintos compuestos químicos, proponiendo medidas para reducirlo.	CMCT, CSC, CEC
	1º BACHILLERATO	BL4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas.	Reacciones de combustión: influencia y aplicaciones de las reacciones de combustión a nivel social, industrial y medioambiental.	BL4.5. Analizar las consecuencias del uso de combustibles fósiles, relacionando las emisiones de CO2 con sus efectos para proponer actitudes sostenibles que puedan reducir estos efectos.	8.1. A partir de distintas fuentes de información, analiza las consecuencias del uso de combustibles fósiles, relacionando las emisiones de CO2, con su efecto en la calidad de vida, el efecto invernadero, el calentamiento global, la reducción de los recursos naturales, y otros y propone actitudes sostenibles para minorar estos efectos.	CMCT, CSC
		BL5. Química del carbono.	Compuestos del carbono: hidrocarburos, compuestos nitrogenados y oxigenados. El petróleo y sus derivados: procesos de obtención y repercusión medioambiental. Utilidad de las fracciones del petróleo.	BL5.5 Elaborar un informe sobre la incidencia de la química del carbono en nuestras vidas para justificar su importancia y proponer medidas y actitudes medioambientalmente sostenibles.	6.1. A partir de una fuente de información, elabora un informe en el que se analice y justifique a la importancia de la química del carbono y su incidencia en la calidad de vida.	CMCT, CCLL, CSC

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS
Biología y Geología	3º ESO	BL3. Los ecosistemas	Impactos humanos en los ecosistemas.	BL3.2. Reconocer los factores desencadenantes de los desequilibrios en los ecosistemas y proponer medidas de restauración y protección del medio ambiente.	BL3.2.1. Reconoce los principales factores de desequilibrio de los ecosistemas, destacando los debidos a impactos humanos.	CMCT, CSC
			Acciones que favorecen la conservación del medio ambiente.		BL3.2.2. Propone medidas de restauración de impactos humanos en el medio ambiente a partir del estudio de casos de deterioro.	
	4º ESO	BL4. Ecología y medio ambiente	Los recursos naturales.	BL4.3. Relacionar las pérdidas energéticas producidas en cada nivel trófico con el aprovechamiento de los recursos alimentarios del planeta desde un punto de vista sostenible.	BL4.3.1. Justifica la necesidad de un aprovechamiento sostenible de los recursos alimenticios del planeta, relacionándolo con la eficiencia energética de cada nivel trófico.	CMCT, CSC
			La actividad humana y el medio ambiente.	BL4.4. Describir los principales impactos humanos sobre el medio ambiente, argumentando sus causas y consecuencias, debatir algunas actuaciones y medidas de gestión para evitar su deterioro y promover su conservación.	BL4.4.1. Identifica los principales impactos humanos sobre el medio ambiente distinguiendo sus causas y consecuencias.	CMCT, CSC
			Los residuos.			
			Impactos ambientales.			
			Medidas de gestión y defensa para evitar el deterioro del medio ambiente y promover su conservación	BL4.4.2. Propone, ante impactos concretos, posibles medidas para evitar el deterioro del medio ambiente y promover su conservación.		
			Impacto medioambiental de los ordenadores y dispositivos electrónicos.	BL4.5. Actuar de manera respetuosa con el medio ambiente en el uso de la tecnología en su vida diaria, estimando el impacto de la fabricación, utilización y reciclaje de las TICs en la sostenibilidad del medio ambiente.	BL4.5.1. Realiza un uso de la tecnología respetuoso con el medio ambiente, valorando el impacto de la fabricación, utilización y reciclaje de ordenadores y dispositivos electrónicos en la sostenibilidad medioambiental.	CD
			Reciclaje de ordenadores y sus componentes.			

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	
Ciencias Aplicadas a la Actividad+85-H18	4º ESO	BL3. Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente	La actividad humana y el medio ambiente.	BL3.1. Justificar la necesidad social de ejercer un desarrollo sostenible para garantizar los recursos a las generaciones futuras, diseñar y participar en campañas de centro o locales para promover y aplicar esta idea.	BL3.1.1. Justifica la necesidad de ejercer un desarrollo sostenible para evitar el deterioro del medio ambiente y garantizar los recursos a las generaciones futuras, reconociendo los problemas derivados de la superpoblación mundial.	CMCT, CSC, CAA	
			Degradación ambiental y desarrollo sostenible.				BL3.1.2. Promueve o participa activamente en campañas realizadas en el centro escolar o en el municipio en favor de la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente.
			Utilización de recursos y producción de impactos.				
			Estrategias de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente, en el entorno próximo y lejano.				
			La Contaminación y sus tipos.	BL3.2. Definir contaminación y clasificar sus tipos, diferenciando la contaminación natural de la producida por el impacto humano para justificar las medidas paliativas y preventivas en la gestión de cada caso.	BL3.2.1. Define el concepto de contaminación y clasifica sus tipos según la naturaleza de los contaminantes, proponiendo ejemplos de las principales sustancias que contaminan y de las fuentes de contaminación.		CMCT, CSC
			Contaminación química del aire, del suelo y del agua.				
			Sustancias contaminantes				
			Fuentes de contaminación				
			Riesgos sanitarios y económicos.				
			Medidas preventivas y paliativas				
			El proceso de tratamiento de residuos y análisis crítico de sus beneficios.	BL3.8. Analizar las fases del tratamiento de residuos, valorando críticamente los beneficios de la recogida selectiva, la reutilización y el reciclaje, e induciendo a su práctica en el ámbito doméstico.	BL3.8.1. Argumenta sobre la problemática ocasionada por los residuos discriminando sus efectos y su peligrosidad, según su naturaleza.	CMCT, CSC	
			Reciclaje, compostaje, incineración.		BL3.8.2. Analiza las fases de la recogida selectiva de residuos destacando la pertinencia de la clasificación en origen especialmente de los residuos peligrosos, la reutilización y el reciclaje.		
			Vertederos		BL3.8.3. Justifica la necesidad de reducir en el ámbito doméstico la cantidad de residuos practicando y promoviendo la regla de las tres R.		
			-		BL3.9. Actuar de manera respetuosa con el medio ambiente en el uso de la tecnología en su vida diaria, estimando el impacto de la fabricación, utilización y reciclaje de las TIC en la sostenibilidad del medio ambiente.	BL3.9.1. Actúa de manera respetuosa con el medio ambiente en el uso cotidiano de aparatos o dispositivos tecnológicos, estimando el impacto generado en su fabricación, utilización y abandono, y proponiendo el reciclado de los componentes como vía para la sostenibilidad del medio ambiente.	CSC, CD

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS
Cultura Científica	4º ESO	BL3. Aspectos tecnológicos y su impacto ambiental	Los problemas medioambientales: causas y consecuencias	BL3.1. Establecer la relación entre los problemas medioambientales y sus causas para predecir sus consecuencias y plantear posibles soluciones.	1.1. Relaciona los principales problemas ambientales con las causas que los originan, estableciendo sus consecuencias.	CMCT, CSC
			Implicaciones sociales presentes y futuras de los problemas medioambientales	BL3.2. Evaluar los impactos de la sobreexplotación de los recursos naturales, contaminación, desertización, tratamientos de residuos y pérdida de biodiversidad para proponer soluciones y actitudes personales y colectivas para paliarlos.	2.2. Valora y describe los impactos de la sobreexplotación de los recursos naturales, contaminación, desertización, tratamientos de residuos y pérdida de biodiversidad, y propone soluciones y actitudes personales y colectivas para paliarlos.	CMCT, CSC, SIEE
				BL3.3. Realizar de forma eficaz tareas o proyectos, tener iniciativa para emprender y proponer acciones siendo consciente de sus fortalezas y debilidades, mostrar curiosidad e interés durante su desarrollo y actuar con flexibilidad buscando soluciones alternativas.	1.2. Busca soluciones que puedan ponerse en marcha para resolver los principales problemas medioambientales.	SIEE, CAA
			Tratamiento de datos medioambientales: extracción e interpretación de su información.	BL3.4. Seleccionar todo tipo de datos medioambientales para extraer e interpretar la información, estableciendo conclusiones a partir de ellos.	3.1. Extrae e interpreta la información en diferentes tipos de representaciones gráficas, estableciendo conclusiones.	CMCT
				BL3.5. Establecer las ventajas e inconvenientes de las diferentes fuentes de energía, tanto renovables como no renovables, para compararlos.	4.1. Establece las ventajas e inconvenientes de las diferentes fuentes de energía, tanto renovables como no renovables.	CMCT, CSC
		La necesidad de nuevas fuentes de energía.	BL3.7. Analizar las implicaciones medioambientales de los principales tratados y protocolos internacionales sobre la protección del medio ambiente para argumentar sobre la necesidad de una gestión sostenible de recursos.	6.1. Conoce y analiza las implicaciones medioambientales de los principales tratados y protocolos internacionales sobre la protección del medio ambiente.	CMCT, CSC	
	BL5. Nuevos materiales	Influencia de los distintos materiales y recursos en el desarrollo de la humanidad	BL5.1. Relacionar el progreso humano con el descubrimiento de las propiedades de ciertos materiales que permiten su transformación y aplicaciones tecnológicas y analizar la relación de los conflictos entre pueblos como consecuencia de la explotación de estos recursos naturales.	1.1. Relaciona el progreso humano con el descubrimiento de las propiedades de ciertos materiales que permiten su transformación y aplicaciones tecnológicas. 1.2. Analiza la relación de los conflictos entre pueblos como consecuencia de la explotación de los recursos naturales para obtener productos de alto valor añadido y/o materiales de uso tecnológico.	CMCT, CSC	
		Materias primas: obtención y repercusiones.	BL5.2. Describir el proceso de obtención de diferentes materiales, valorando su coste económico y medioambiental, para evaluar el problema de los vertidos tóxicos o de la corrosión de los materiales a nivel ambiental y social.	2.1. Describe el proceso de obtención de diferentes materiales, valorando su coste económico, medioambiental y la conveniencia de su reciclaje.	CMCT, CSC	
		Nuevos materiales, aplicaciones presentes y futuras.	BL5.3. Justificar la necesidad del ahorro, reutilización y reciclado de materiales en términos económicos y medioambientales.	2.4. Justifica la necesidad del ahorro, reutilización y reciclado de materiales en términos económicos y medioambientales.	CMCT, CSC	
	1º BACHILLERATO	BL5. Nuevas tecnologías en comunicación e información	La revolución informática.	BL5.6. Reconocer de forma crítica la constante evolución tecnológica y el consumismo que origina en la sociedad.	3.1. Valora de forma crítica la constante evolución tecnológica y el consumismo que origina en la sociedad.	CMCT, CSC
			Avances más significativos de la tecnología actual.	BL5.7. Justificar el uso de las redes sociales, señalando las ventajas que ofrecen, los riesgos que suponen y las soluciones que se barajan.	4.1. Justifica el uso de las redes sociales, señalando las ventajas que ofrecen y los riesgos que suponen. 4.2. Determina los problemas e los que se enfrenta Internet y las soluciones que se barajan.	CMCT, CSC
				Beneficios y problemas de los avances tecnológicos.	BL5.9. Demostrar mediante la participación en debates, elaboración de redacciones y/o comentarios de texto, que se es consciente de la importancia que tienen las nuevas tecnologías en la sociedad actual.	6.1. Señala las implicaciones sociales del desarrollo tecnológico.

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS
Tecnologías de la Información y la Comunicación	4º ESO	BL1. Equipos informáticos, sistemas operativos y redes.	Desarrollo sostenible en el reciclaje de los equipos informáticos. Respeto a los derechos humanos en la obtención de materias primas y fabricación de los componentes informáticos. El problema de la basura electrónica.	BL1.1. Analizar la arquitectura de un equipo informático, identificando los componentes físicos y periféricos y describiendo sus características y procedimientos de conexión para su aplicación en un entorno cotidiano.	BL1.1.2. Analitzar l'arquitectura d'un equip informàtic, descrivint les característiques funcionals dels dispositius que el componen per a la resolució de problemes tècnics senzills en entorns quotidians.	CD
	1º BACHILLERATO	BL1. La sociedad de la información.	Impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los diversos ámbitos de la sociedad actual. Avances y riesgos. La brecha digital. Sociedad del conocimiento.	BL1.1. Analizar las influencias de las tecnologías de la información y la comunicación en la transformación de los diversos ámbitos de la sociedad actual.	1.1. Describe las diferencias entre lo que se considera sociedad de la información y sociedad del conocimiento. 1.2. Explica que nuevos sectores económicos han aparecido como consecuencia de la generalización de las tecnologías de la información y la comunicación.	CSC

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	
Tecnología Industrial	1º BACHILLERATO	BL1. Productos tecnológicos.	Fases del proceso productivo y de comercialización.	BL1.1. Analizar las etapas necesarias para el diseño de un nuevo producto desde su origen hasta su comercialización, investigando su influencia en la sociedad para proponer mejoras tanto desde el punto de vista de su utilidad como de su posible impacto social.	1.1. Diseña una propuesta de un nuevo producto tomando como base una idea dada, explicando el objetivo de cada una de las etapas significativas necesarias para lanzar el producto al mercado.	CMCT, CSC, SIEE	
		BL2. Introducción a la ciencia de los materiales e Impacto social.	Los materiales: propiedades, estructura interna y aplicaciones.	BL2.1. Relacionar la estructura interna y sus posibles modificaciones con las propiedades de los materiales utilizados en la construcción de objetos tecnológicos, teniendo en cuenta el uso al que van destinados.	1.1. Establece la relación que existe entre la estructura interna de los materiales y sus propiedades. 1.2. Explica cómo se pueden modificar las propiedades de los materiales teniendo en cuenta su estructura interna.	CMCT, CAA	
			Investigación de nuevos materiales: uso, desarrollo, impacto social y económica.	BL2.2. Investigar determinados materiales no convencionales para aplicaciones concretas, empleando las TIC y analizando el impacto social en los países productores.	2.1. Describe apoyándose en la información que te pueda proporcionar internet un material imprescindible para la obtención de productos tecnológicos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación.	CMCT, CSC	
		BL5. Recursos energéticos.	Formas de producción de energía.	BL5.1. Describir las diferentes formas de producción de energía, mediante diagramas de bloques para evaluar sus debilidades y fortalezas, teniendo en cuenta sus costes de producción y su impacto ambiental.	1.1. Describe las diferentes formas de producir energía relacionándolas con el coste de producción, el impacto ambiental que produce y la sostenibilidad.	CMCT, SIEE, CSC	
			Impacto ambiental.		1.2. Dibuja diagramas de bloques de diferentes tipos de centrales de producción de energía explicando cada una de sus bloques constitutivos y relacionándolos entre sí.		
			Consumo energético.	BL5.2. Calcular costes de consumo energético aplicado a supuestos prácticos (como la certificación de eficiencia energética), con la ayuda de programas informáticos, para proponer planes de reducción de los mismos y evidenciar la importancia que los recursos energéticos tienen en una sociedad sostenible.	2.1. Calcula costes de consumo energético de edificios de viviendas o industriales partiendo de las necesidades y/o de los consumos de los recursos utilizados.	CMCT, CAA, CSC, CD	
		Sostenibilidad.	1.3. Explica las ventajas que supone desde el punto de vista del consumo que un edificio esté certificado energéticamente.				
		Planes de reducción de costes (TIC).	2.2. Elabora planes de reducción de costos de consumo energético para locales o viviendas, identificando aquellos puntos donde el consumo pueda ser reducido.				
		2º BACHILLERATO	BL1. Materiales	Investigación de nuevos materiales mediante la utilización de las TIC.	BL1.2. Proponer materiales no convencionales para determinadas aplicaciones empleando las tecnologías de la información y la comunicación.	1.1. Explica cómo se pueden modificar las propiedades de los materiales teniendo en cuenta su estructura interna.	CMCT, CSC
				Uso y desarrollo de materiales.			

MATERIA	CURSO	BLOQUE	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INDICADORES DE LOGRO O ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS
Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente	2º BACHILLERATO	BL1. Medio ambiente y fuentes de contaminación	Relaciones entre la humanidad y el medio ambiente: recursos, riesgos, impactos ambientales y gestión.	BL1.1. Aplicar la dinámica de sistemas a los cambios ambientales ocurridos como consecuencia de la aparición de la vida en la Tierra y de las actividades humanas a lo largo de la historia, y realizar modelos de sistemas analizando las relaciones causales entre sus elementos.	1.2. Elabora modelos de sistemas en los que representa las relaciones causales interpretando las consecuencias de la variación de los distintos factores.	CMCT
			Clasificación de recursos atendiendo a su tasa de renovación y utilidad.	BL1.2. Clasificar los principales recursos y riesgos, describir los principales impactos ambientales asociados a la actividad humana, argumentando sus causas y consecuencias, y debatir algunas actuaciones individuales y medidas de gestión para evitar el deterioro del medio ambiente y promover su conservación.	3.1. Identifica y clasifica recursos, riesgos e impactos ambientales.	CMCT, CSC
			Medidas de gestión. Sostenibilidad.			
		BL6. Gestión y desarrollo sostenible	Modelos de desarrollo: liberal, conservacionista, sostenible.	BL6.1. Argumentar las diferencias entre los distintos modelos de desarrollo y relacionar el grado de desarrollo de los países, asociado al consumo de productos y de energía, con la explotación de recursos naturales y el deterioro del medio ambiente.	1.1. Distingue diferentes modelos uso de los recursos diseñando otros sostenibles (BL7 BOE). 1.2. Argumenta las diferencias que existen entre el desarrollismo incontrolado, el conservacionismo y el desarrollo sostenible (BL7 BOE).	CMCT, CSC
			Instrumentos de gestión ambiental: nuevas tecnologías, ordenación del territorio, evaluación de impacto ambiental, medidas correctoras y Gestión de residuos.	BL6.3. Determinar el origen de los residuos, analizar las fases de su tratamiento, valorando críticamente los beneficios de la recogida selectiva, la reutilización y el reciclaje y evaluar las consecuencias de su producción.	2.1. Analiza la información facilitada por algunos instrumentos de evaluación ambiental concluyendo impactos y medidas correctoras (BL7 BOE).	CMCT, CSC
			Política ambiental global, europea, nacional y local. Legislación medioambiental, Organismos nacionales e internacionales en materia medioambiental, Convenios y Cumbres internacionales y Protocolo de Kyoto.	BL6.4. Reconocer los principales organismos nacionales e internacionales en materia medioambiental, así como legislación básica sobre medio ambiente, y justificar la necesidad de protección de los espacios naturales.	5.1. Conoce y explica los principales organismos nacionales e internacionales y su influencia en materia medioambiental (BL7 BOE). 5.2. Conoce la legislación española sobre algunos impactos ambientales y las normas de prevención aplicables (BL7 BOE).	CMCT, CSC

ANEXO C

En este anexo se incluye la versión para el alumnado de los dos cuestionarios (Pre-test y Post-test) realizados en el aula.

CUESTIONARIO INICIAL SOBRE TECNOLOGÍA ALUMNADO EDUCACIÓN SECUNDARIA

Se muestra el cuestionario que se realizó en el aula para obtener las concepciones previas del alumnado sobre las implicaciones sociales y ambientales asociadas al uso de la tecnología digital y al uso de dispositivos electrónicos, en particular de los teléfonos móviles. Este cuestionario se implementó empleando la Aplicación “Microsoft Forms”.

CUESTIONARIO FINAL SOBRE TECNOLOGÍA ALUMNADO EDUCACIÓN SECUNDARIA

Se muestra el cuestionario que se realizó en el aula para obtener las concepciones posteriores del alumnado sobre las implicaciones sociales y ambientales asociadas al uso de la tecnología digital y al uso de dispositivos electrónicos, en particular de los teléfonos móviles, tras la realización del programa de actividades. Se trata del cuestionario inicial bajo algunas modificaciones, tales como la supresión de ciertas preguntas que carecían de una aportación de información significativa para este fin o la remodelación de ciertas cuestiones para ajustar su mensaje a la nueva situación. De igual manera que en el cuestionario inicial se implementó empleando la Aplicación “Microsoft Forms”.

CUESTIONARIO INICIAL SOBRE TECNOLOGÍA PARA EL ALUMNADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

Estamos realizando un estudio entre alumnado de Educación Secundaria sobre los teléfonos móviles y el uso que les damos a lo largo de todo su ciclo de vida. Es por ello, que te pedimos que contestes este cuestionario con sinceridad. Por favor, no dejes ninguna pregunta sin contestar, si no conoces la respuesta puedes poner “no lo sé”.

¡Muchas gracias por tu participación!

Curso: 1° ESO 2° ESO 3° ESO 4° ESO

Grupo: A B C D E

1

¿Cada cuánto tiempo cambias de teléfono móvil?

- 1 año
- 2 años
- 3 años
- 4 años
- 5 años
- Más de 5 años

2

¿Cuáles son los motivos que te han llevado a comprar un teléfono móvil nuevo?

- Estilo anticuado
- El teléfono antiguo no funcionaba adecuadamente
- Los últimos modelos presentan nuevas aplicaciones
- Otros

3

¿Sabes qué materiales se necesitan para fabricar teléfonos móviles?

- Sí
- No

4

¿En caso afirmativo, indica cuáles conoces:

5

¿Sabes de dónde se extraen esos materiales?

- Sí
- No

6

¿Sabes si la extracción de esos materiales tiene algún impacto sobre las personas que viven en esa zona?

- Sí
- No

7

¿En caso afirmativo, indica cuáles conoces:

8

¿Qué sueles hacer con los teléfonos móviles que ya no te sirven?

- Los guardo en casa
- Se los doy a un familiar o amigo/a
- Los vendo
- Los dejo en la tienda al comprar uno nuevo
- Los llevo a un punto de reciclaje
- Los tiro a la basura
- Los dono a una ONG

9

¿Tienes teléfonos móviles antiguos o en desuso en casa? En caso afirmativo, indica cuántos:

- No tengo ninguno
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Más de 5

10 Indica los motivos por los que sueles guardar teléfonos antiguos en casa:

- No almaceno estos dispositivos en casa
- Pueden resultar útiles en un futuro, los guardo como teléfonos de repuesto
- No me preocupa su eliminación
- Son dispositivos valiosos
- Dispongo de suficiente espacio para guardarlos
- Desconozco dónde depositarlos

11 Indica los motivos por los que no reciclas los teléfonos móviles en desuso:

- Prefiero regalar el teléfono a familiares o amigos que reciclarlo
- Desconozco dónde depositarlo para su reciclaje
- Los teléfonos móviles antiguos pueden ser utilizados como dispositivos de almacenamiento
- Por miedo a la divulgación de la privacidad
- Sí que los reciclo

12 ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como plomo, mercurio o arsénico?

- No, lo desconozco
- Sí, conozco un poco sobre el tema
- Sí, conozco el tema
- Sí, conozco bastante sobre el tema
- Sí, es un tema que me resulta muy familiar

13 ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen metales preciosos reciclables como el oro, la plata o el paladio?

- No, lo desconozco
- Sí, conozco un poco sobre el tema
- Sí, conozco el tema
- Sí, conozco bastante sobre el tema
- Sí, es un tema que me resulta muy familiar

Valora tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

1 = Total desacuerdo

2 = Bastante en desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Muy de acuerdo

14 Comprendo el impacto ambiental que tienen los teléfonos móviles a lo largo de su ciclo de vida:

- 1 2 3 4 5

15 Conozco la problemática social asociada al ciclo de vida de los móviles:

- 1 2 3 4 5

16 Considero que realizo un consumo sostenible de esta tecnología:

- 1 2 3 4 5

17 El reciclaje de estos dispositivos reduce los peligros para la salud:

- 1 2 3 4 5

18 El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce las posibilidades de daños accidentales en el hogar:

- 1 2 3 4 5

19 El reciclaje adecuado de dispositivos electrónicos protege el medio ambiente de los productos químicos tóxicos:

- 1 2 3 4 5

20 El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce la emisión de gases de efecto invernadero:

- 1 2 3 4 5

21 Me da miedo que el centro de recogida pueda hacer un mal uso de mi dispositivo electrónico:

- 1 2 3 4 5

22 Considero que los gastos del manejo de dispositivos electrónicos para su reciclaje son altos:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

23 En mi opinión, el reciclaje de residuos electrónicos es demasiado complicado para ser útil:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

24 En mi opinión, no es fácil encontrar información sobre el reciclaje de residuos electrónicos:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

25 En mi opinión, no es fácil encontrar un centro de recogida de residuos electrónicos:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

26 He leído boletines, revistas u otras noticias escritas por grupos ecologistas:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

27 Alguna vez he evitado comprar los productos de una empresa porque sentía que la empresa estaba dañando el medio ambiente:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

28 El reciclaje de dispositivos electrónicos es bueno:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

29 Estoy dispuesto/a a hablar con mis amigos/as sobre los modos apropiados de deshacerse de los aparatos electrónicos:

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

30 Estoy dispuesto/a a dedicar un tiempo a reciclar mis viejos aparatos electrónicos (teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc.):

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5

CUESTIONARIO FINAL SOBRE TECNOLOGÍA PARA EL ALUMNADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

Estamos realizando un estudio entre alumnado de Educación Secundaria sobre los teléfonos móviles y el uso que les damos a lo largo de todo su ciclo de vida. Es por ello, que te pedimos que contestes este cuestionario con sinceridad. Por favor, no dejes ninguna pregunta sin contestar, si no conoces la respuesta puedes poner “no lo sé”.

¡Muchas gracias por tu participación!

Curso: 1° ESO 2° ESO 3° ESO 4° ESO

Grupo: A B C D E

1

¿Sabes qué materiales se necesitan para fabricar teléfonos móviles?

- Sí
- No

2

¿En caso afirmativo, indica cuáles conoces:

3

¿Sabes de dónde se extraen esos materiales?

- Sí
- No

4

¿Sabes si la extracción de esos materiales tiene algún impacto sobre las personas que viven en esa zona?

- Sí
- No

5

¿En caso afirmativo, indica cuáles conoces:

6

¿Tras haber trabajado en clase sobre el impacto del ciclo de vida de un teléfono móvil, que harías a partir de ahora con los que ya no te sirven?

- Los guardo en casa
- Se los doy a un familiar o amigo/a
- Los vendo
- Los dejo en la tienda al comprar uno nuevo
- Los llevo a un punto de reciclaje
- Los tiro a la basura
- Los dono a una ONG

7

¿Tras la realización de la recogida de teléfonos móviles en el centro, todavía tienes teléfonos móviles antiguos o en desuso en casa? En caso afirmativo, indica cuántos:

- No tengo ninguno
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Más de 5

8

Indica los motivos por los que todavía guardas teléfonos antiguos en casa:

- No almaceno estos dispositivos en casa
- Pueden resultar útiles en un futuro, los guardo como teléfonos de repuesto
- No me preocupa su eliminación
- Son dispositivos valiosos
- Dispongo de suficiente espacio para guardarlos
- Desconozco dónde depositarlos

9

Tras haber trabajado en clase el impacto del ciclo de vida de un teléfono móvil, indica los motivos por los que no reciclas los teléfonos móviles en desuso:

- Prefiero regalar el teléfono a familiares o amigos que reciclarlo
- Desconozco dónde depositarlo para su reciclaje
- Los teléfonos móviles antiguos pueden ser utilizados como dispositivos de almacenamiento
- Por miedo a la divulgación de la privacidad
- Sí que los reciclo

10

¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen sustancias tóxicas y peligrosas, como plomo, mercurio o arsénico?

- No, lo desconozco
- Sí, conozco un poco sobre el tema
- Sí, conozco el tema
- Sí, conozco bastante sobre el tema
- Sí, es un tema que me resulta muy familiar

11

¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen metales preciosos reciclables como el oro, la plata o el paladio?

- No, lo desconozco
- Sí, conozco un poco sobre el tema
- Sí, conozco el tema
- Sí, conozco bastante sobre el tema
- Sí, es un tema que me resulta muy familiar

Valora tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

- 1 = Total desacuerdo
- 2 = Bastante en desacuerdo
- 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 = De acuerdo
- 5 = Muy de acuerdo

12

Comprendo el impacto ambiental que tienen los teléfonos móviles a lo largo de su ciclo de vida:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

13

Conozco la problemática social asociada al ciclo de vida de los móviles:

- 1 2 3 4 5

14

Considero que realizo un consumo sostenible de esta tecnología:

- 1 2 3 4 5

15

El reciclaje de estos dispositivos reduce los peligros para la salud:

- 1 2 3 4 5

16

El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce las posibilidades de daños accidentales en el hogar:

- 1 2 3 4 5

17

El reciclaje adecuado de dispositivos electrónicos protege el medio ambiente de los productos químicos tóxicos:

- 1 2 3 4 5

18

El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce la emisión de gases de efecto invernadero:

- 1 2 3 4 5

19

Me da miedo que el centro de recogida pueda hacer un mal uso de mi dispositivo electrónico:

- 1 2 3 4 5

20

En mi opinión, el reciclaje de residuos electrónicos es demasiado complicado para ser útil:

- 1 2 3 4 5

21

En mi opinión, no es fácil encontrar información sobre el reciclaje de residuos electrónicos:

- 1 2 3 4 5

22

En mi opinión, no es fácil encontrar un centro de recogida de residuos electrónicos:

- 1 2 3 4 5

23

Tras haber trabajado en clase sobre el impacto del ciclo de vida de un teléfono móvil, intentaré evitar comprar los productos de una empresa que no se preocupe por el medio ambiente:

- 1 2 3 4 5

24

El reciclaje de dispositivos electrónicos es bueno:

- 1 2 3 4 5

25

Estoy dispuesto/a a hablar con mis amigos/as sobre los modos apropiados de deshacerse de los aparatos electrónicos:

- 1 2 3 4 5

26

Estoy dispuesto/a a dedicar un tiempo a reciclar mis viejos aparatos electrónicos (teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc.):

- 1 2 3 4 5

ANEXO D

En este anexo se incluyen las representaciones gráficas correspondientes a los resultados obtenidos del análisis de las respuestas del alumnado a los cuestionarios.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS DE LOS CUESTIONARIOS

CUESTIÓN 1: ¿Cada cuánto tiempo cambias de teléfono móvil?

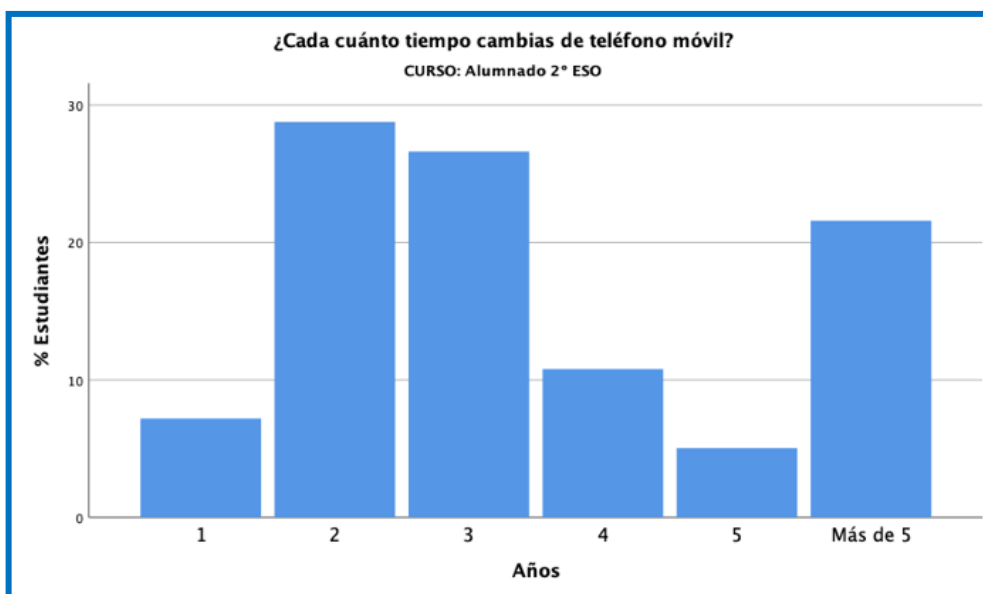


Gráfico 1a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 1 del cuestionario.

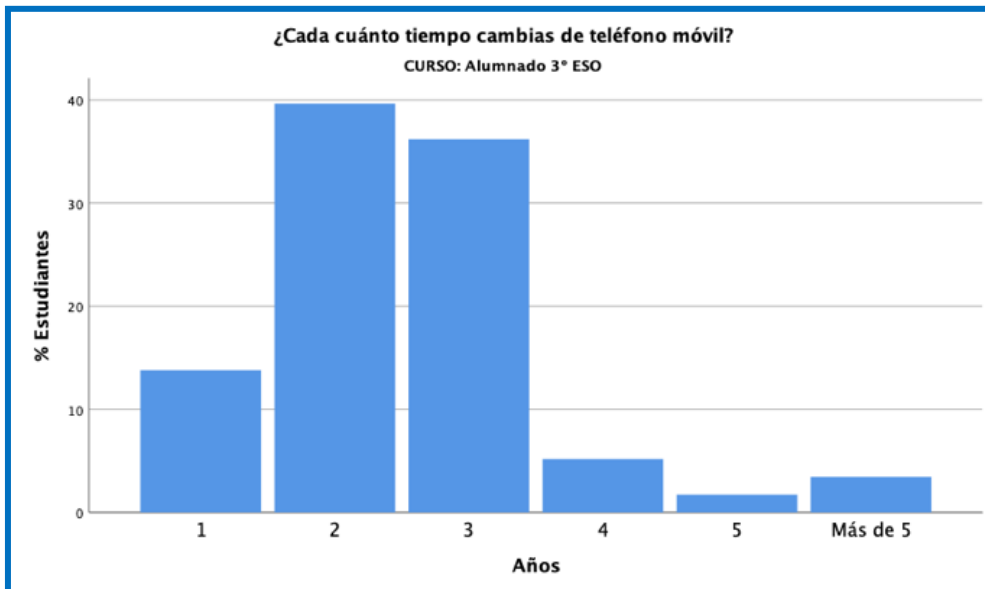


Gráfico 1b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 1 del cuestionario.

CUESTIÓN 2: Indica los motivos que te han llevado a comprar un teléfono móvil nuevo

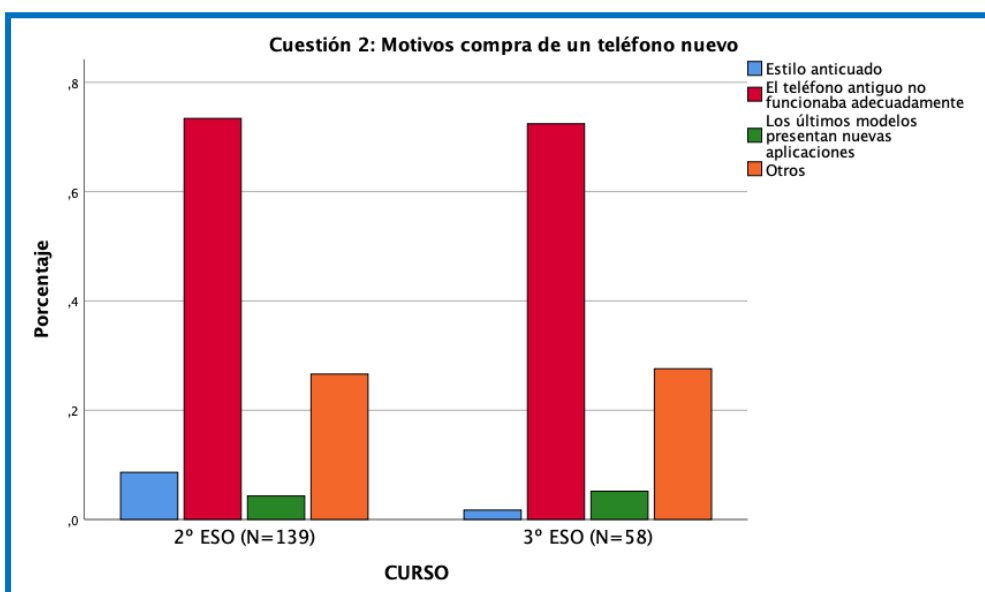


Gráfico 2. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de Educación secundaria a la Cuestión 2 del cuestionario.

CUESTIÓN 3: ¿Sabes qué materiales se necesitan para fabricar un teléfono móvil?

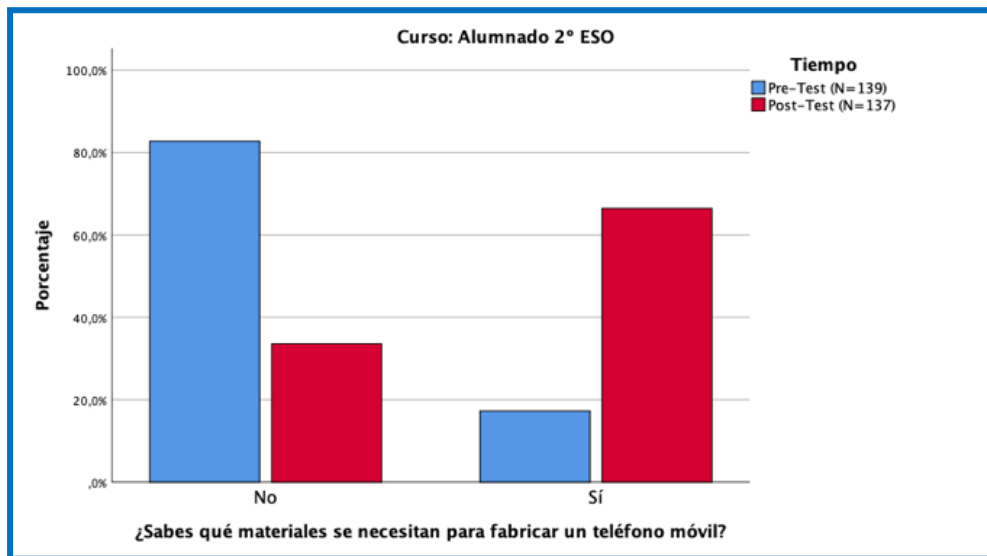


Gráfico 3a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 3 del cuestionario.

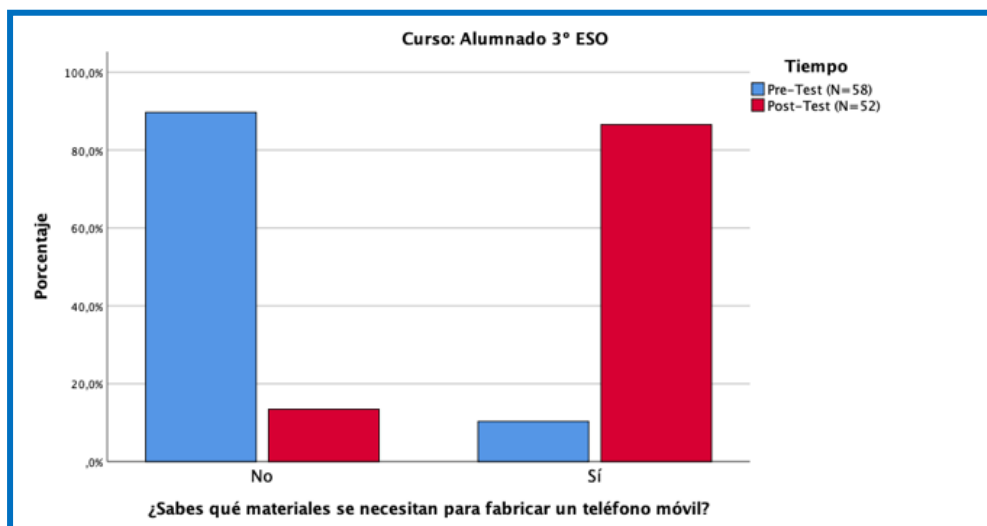


Gráfico 3b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 3 del cuestionario.

CUESTIÓN 5: ¿Sabes de dónde se extraen esos materiales?

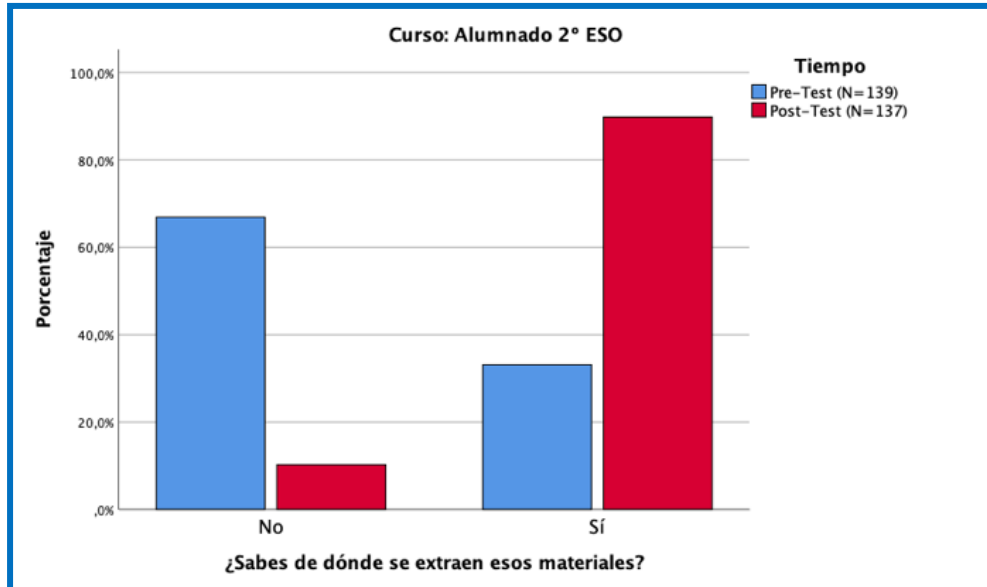


Gráfico 4a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 5 del cuestionario.

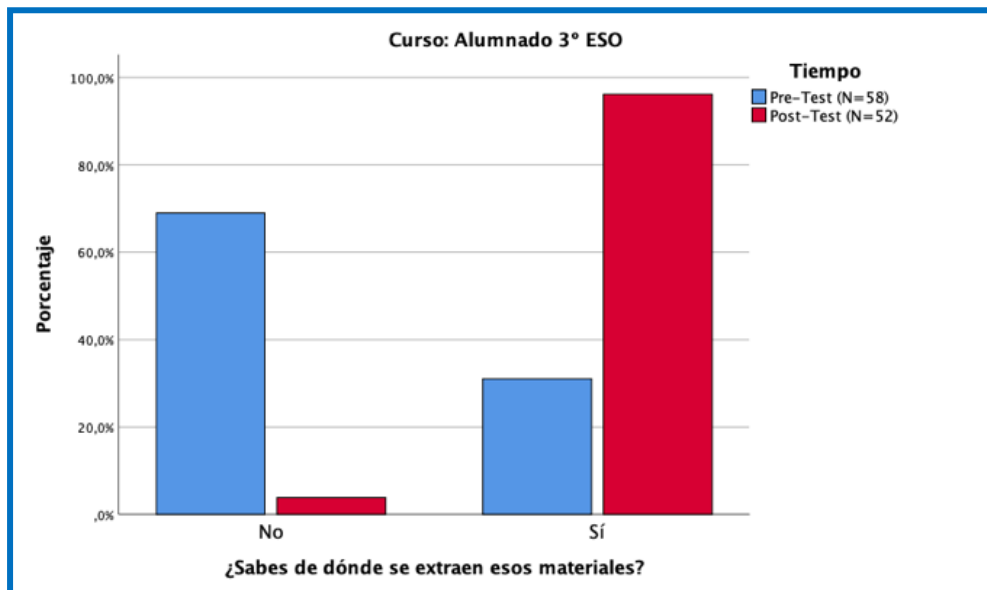


Gráfico 4b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 5 del cuestionario.

CUESTIÓN 6: ¿Sabes si la extracción de esos minerales tiene algún impacto sobre las personas que viven en esa zona?

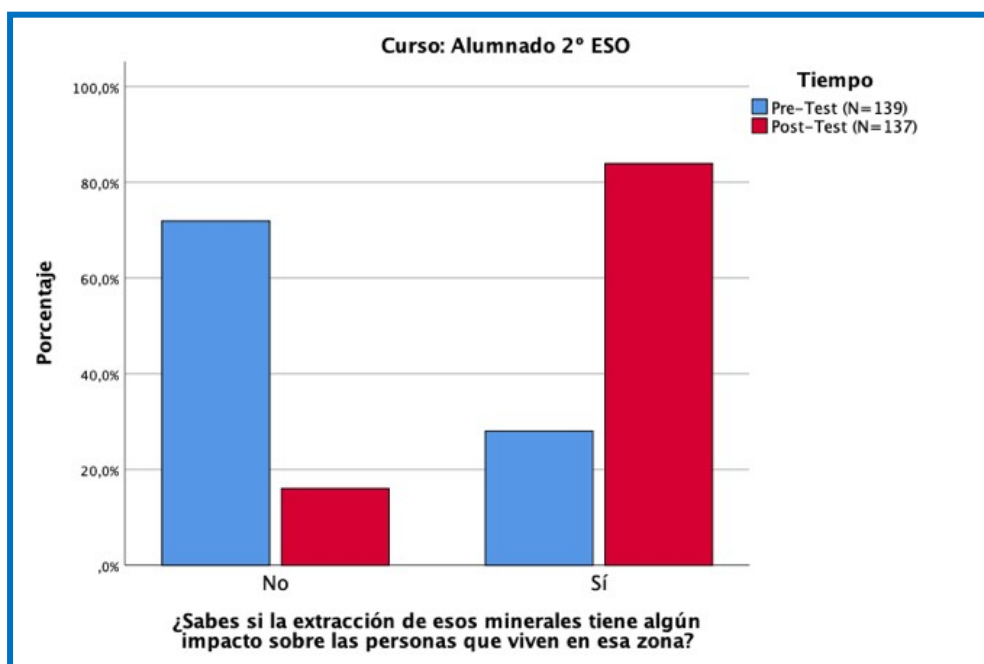


Gráfico 5a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 6 del cuestionario.

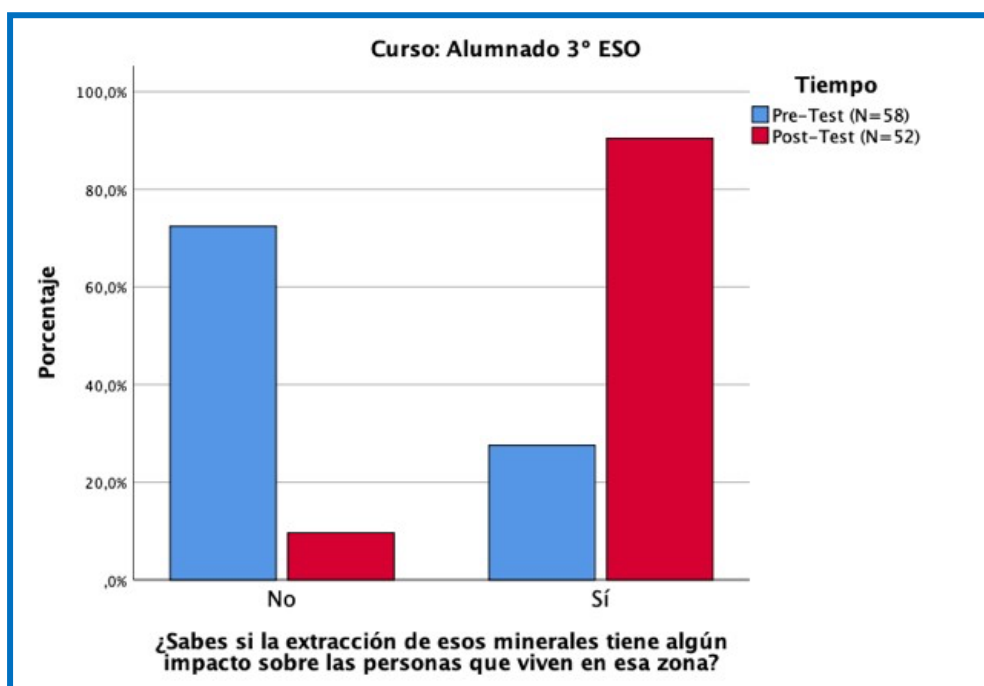


Gráfico 5b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 6 del cuestionario.

CUESTIÓN 8: ¿Qué sueles hacer con los teléfonos móviles que ya no te sirven?

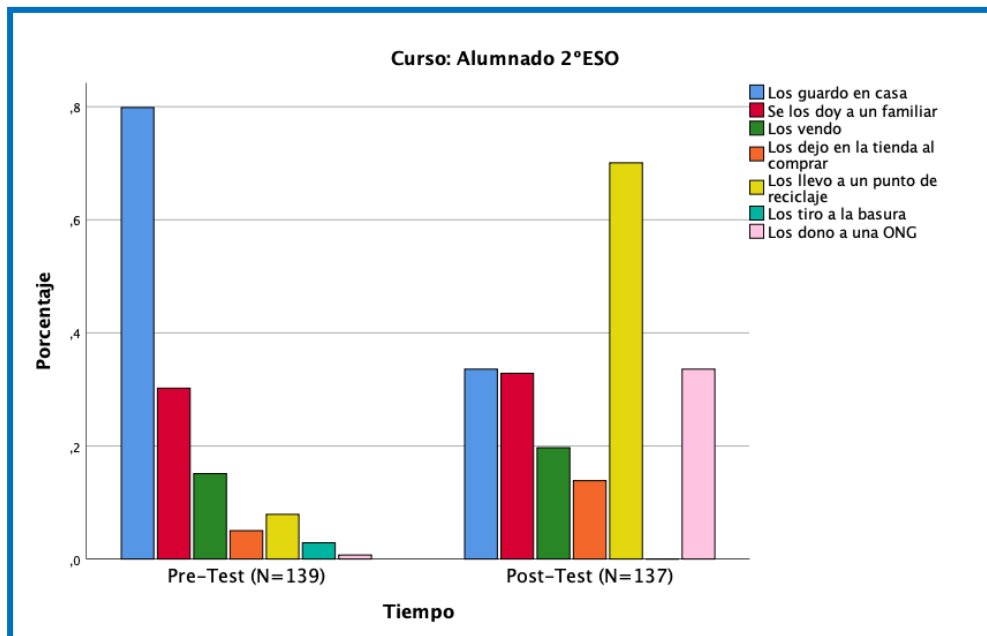


Gráfico 6a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 8 del cuestionario.

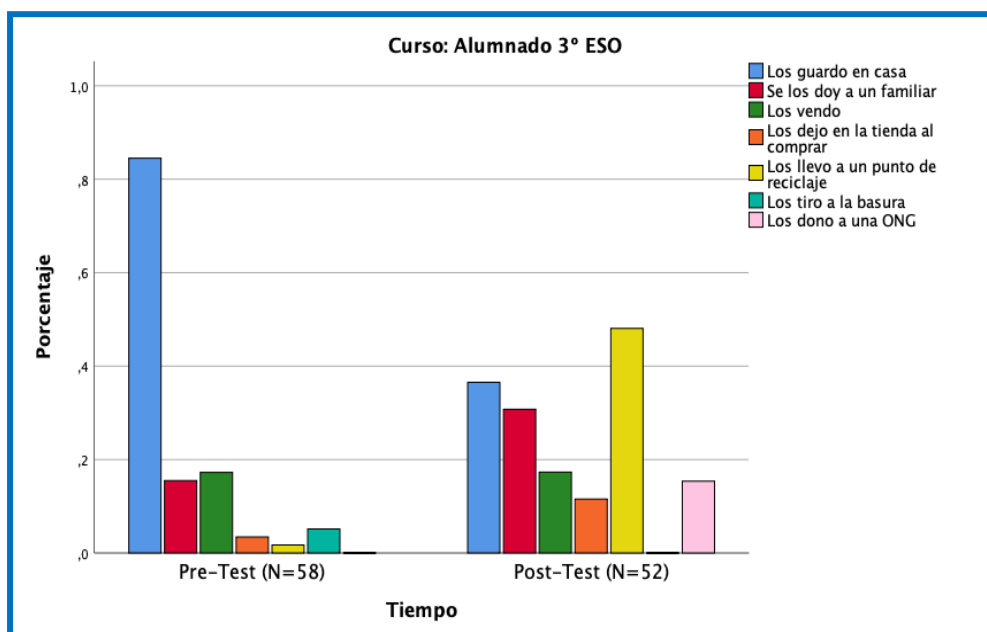


Gráfico 6b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 8 del cuestionario.

CUESTIÓN 9: ¿Tienes teléfonos móviles en desuso en casa?

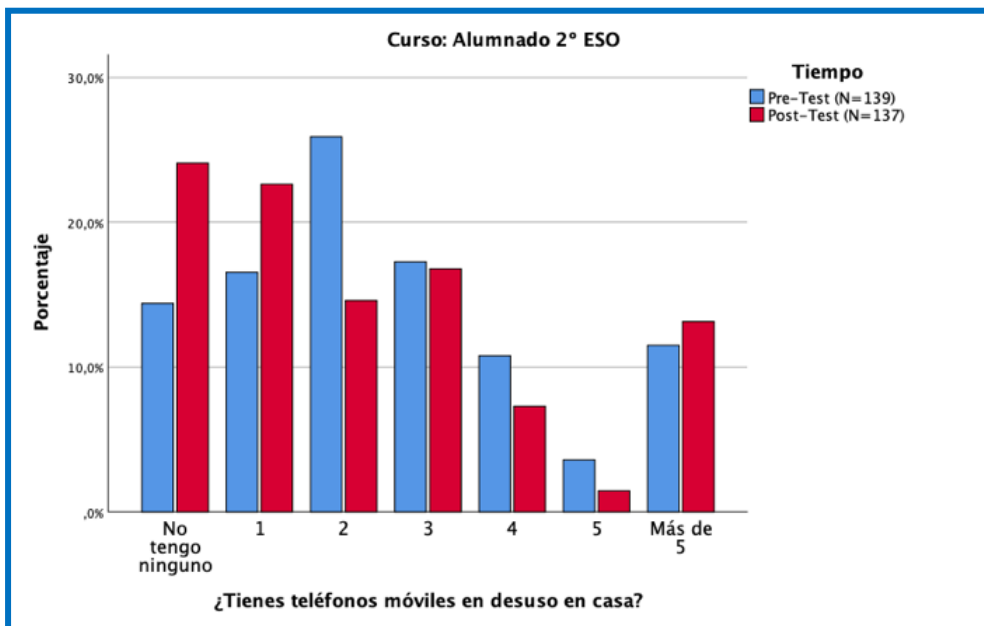


Gráfico 7a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 9 del cuestionario.

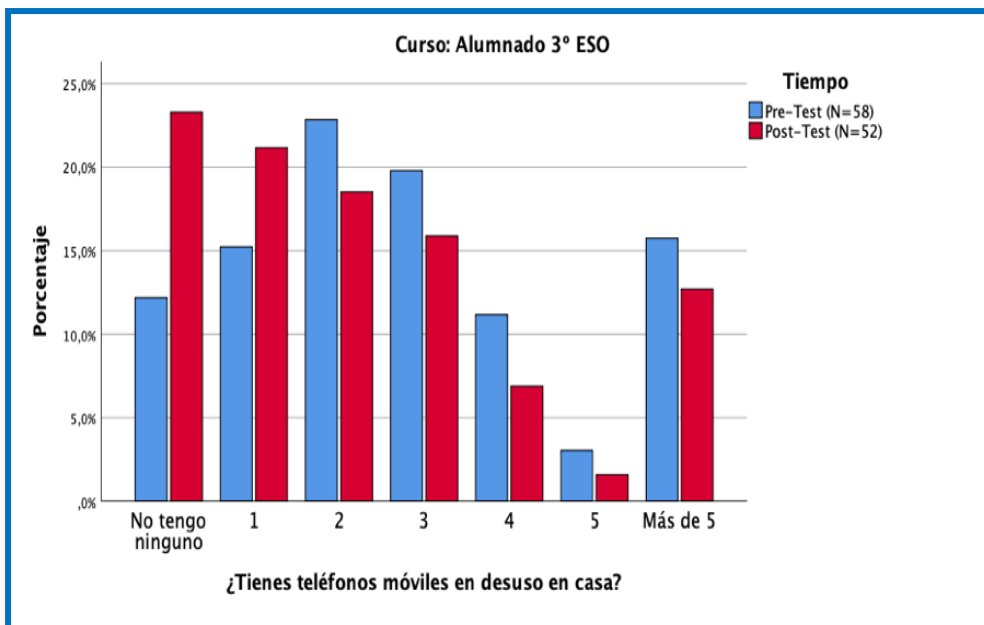


Gráfico 7b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 9 del cuestionario.

CUESTIÓN 10: Indica los motivos por los que sueles guardar los teléfonos antiguos:

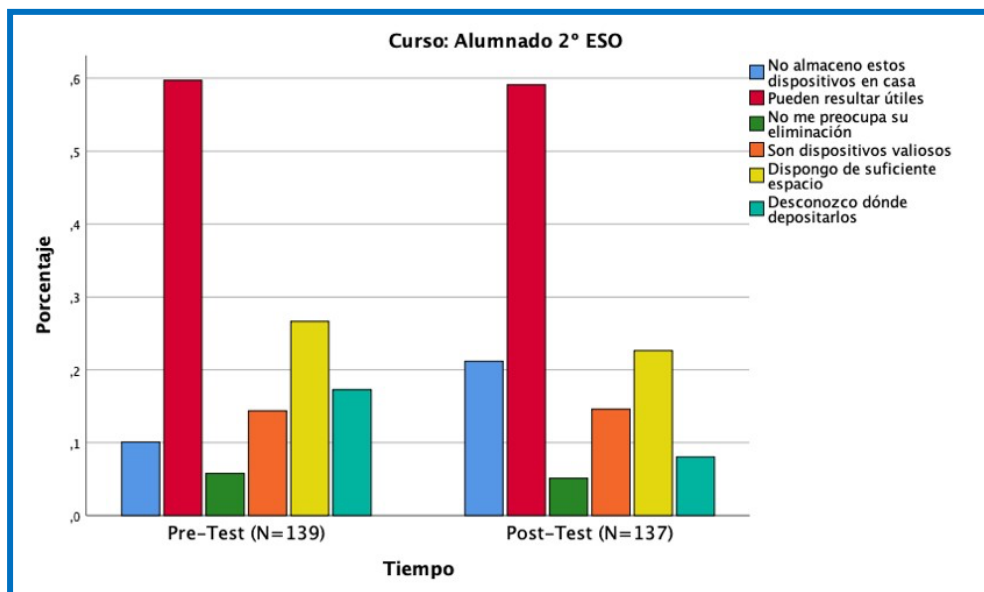


Gráfico 8a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 10 del cuestionario.

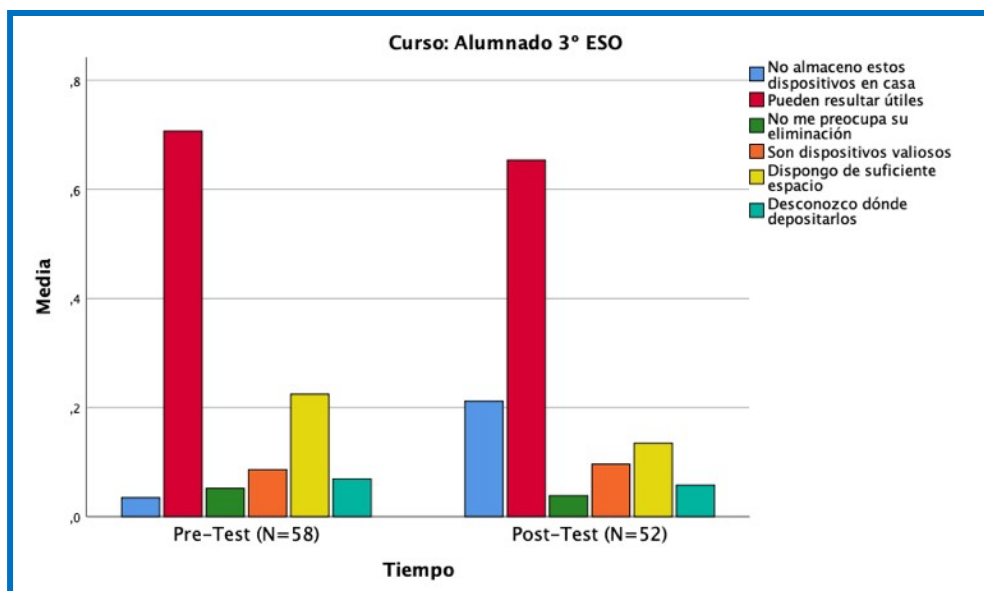


Gráfico 8b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 10 del cuestionario.

CUESTIÓN 11: Indica los motivos por los que no reciclas los teléfonos móviles que ya no utilizas:

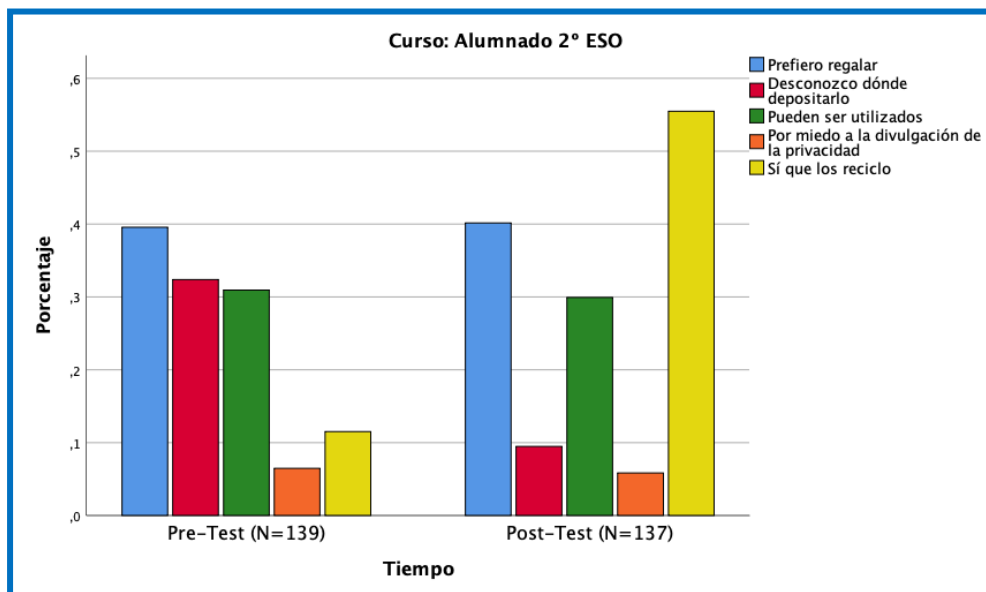


Gráfico 9a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 11 del cuestionario.

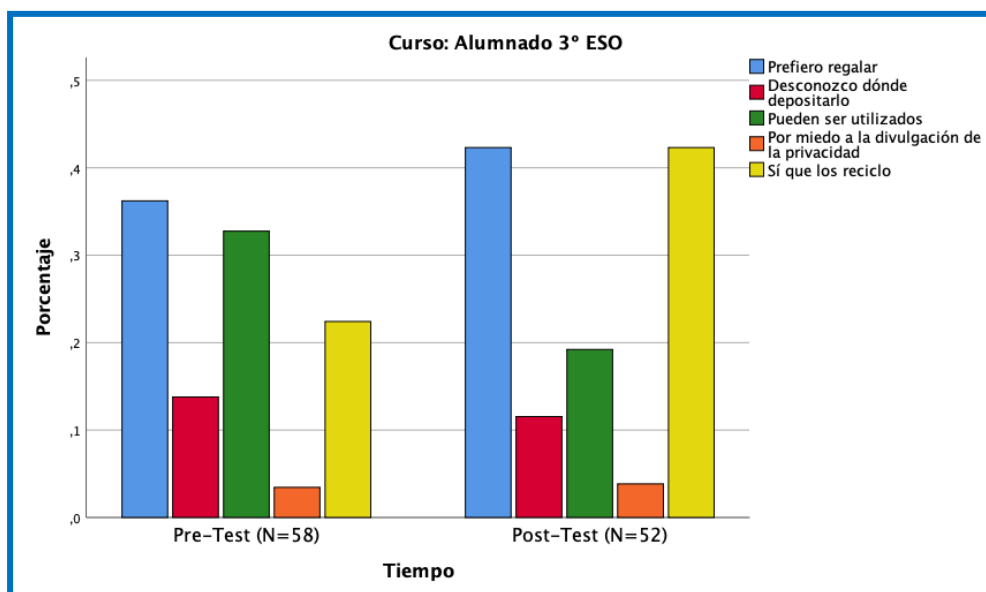


Gráfico 9b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 11 del cuestionario.

CUESTIÓN 12: ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen sustancias tóxicas y peligrosas?

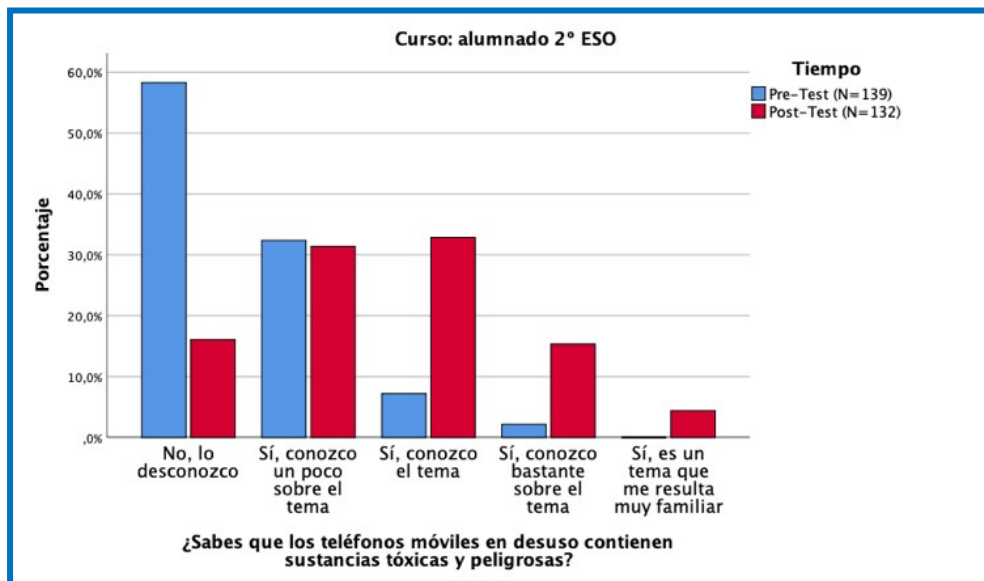


Gráfico 10a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 12 del cuestionario.

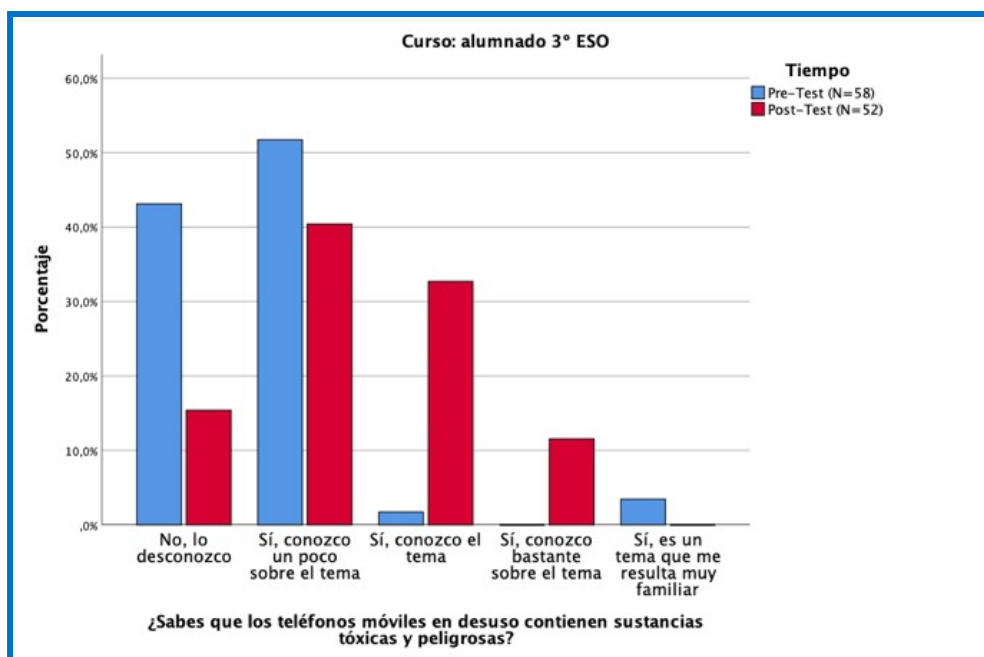


Gráfico 10b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 12 del cuestionario.

CUESTIÓN 13: ¿Sabes que los teléfonos móviles en desuso contienen metales preciosos reciclables?

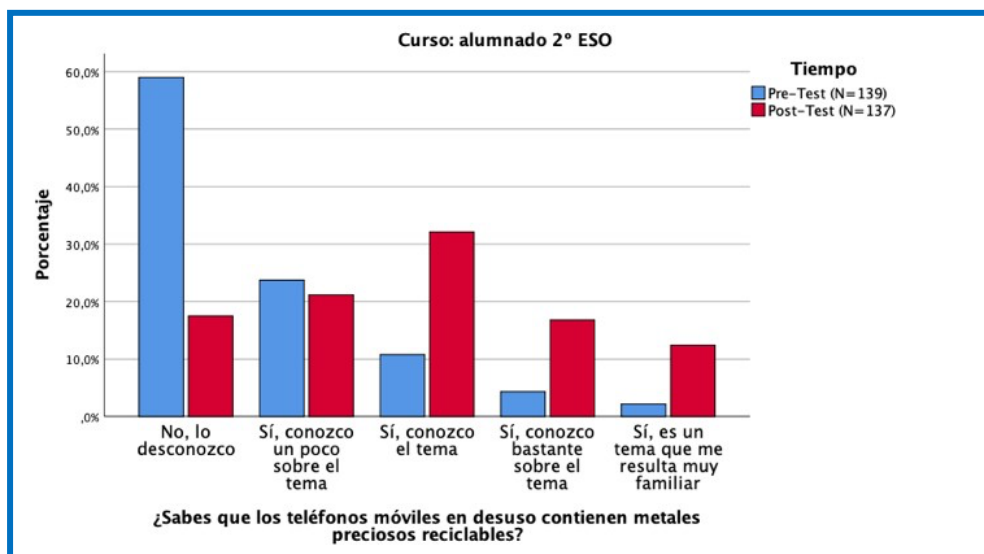


Gráfico 11a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 13 del cuestionario.

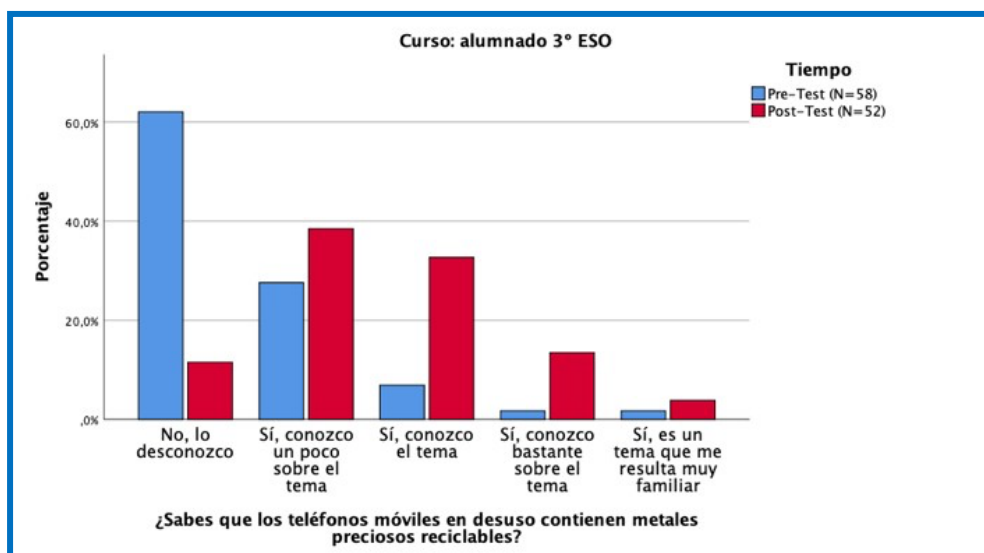


Gráfico 11b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 13 del cuestionario.

CUESTIÓN 14: Comprendo el impacto ambiental que tienen los teléfonos móviles

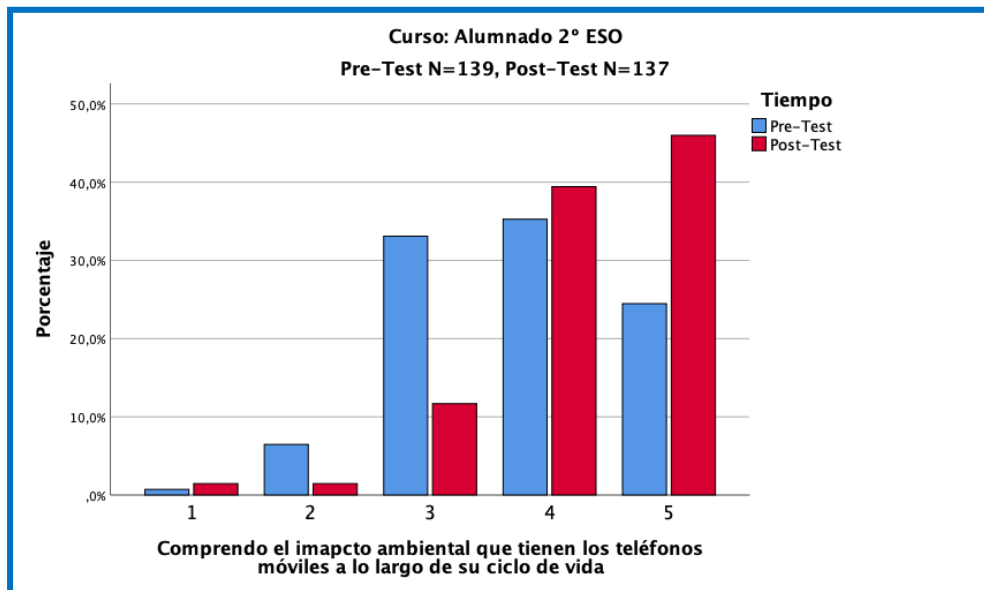


Gráfico 12a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 14 del cuestionario.

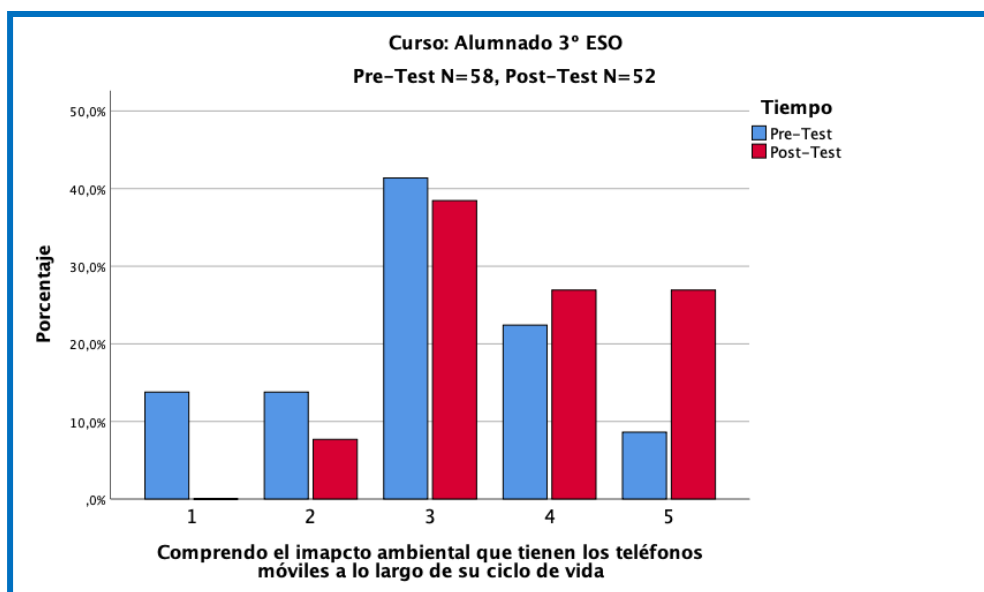


Gráfico 12b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 14 del cuestionario.

CUESTIÓN 15: Conozco la problemática social asociada al ciclo de vida de los teléfonos móviles.

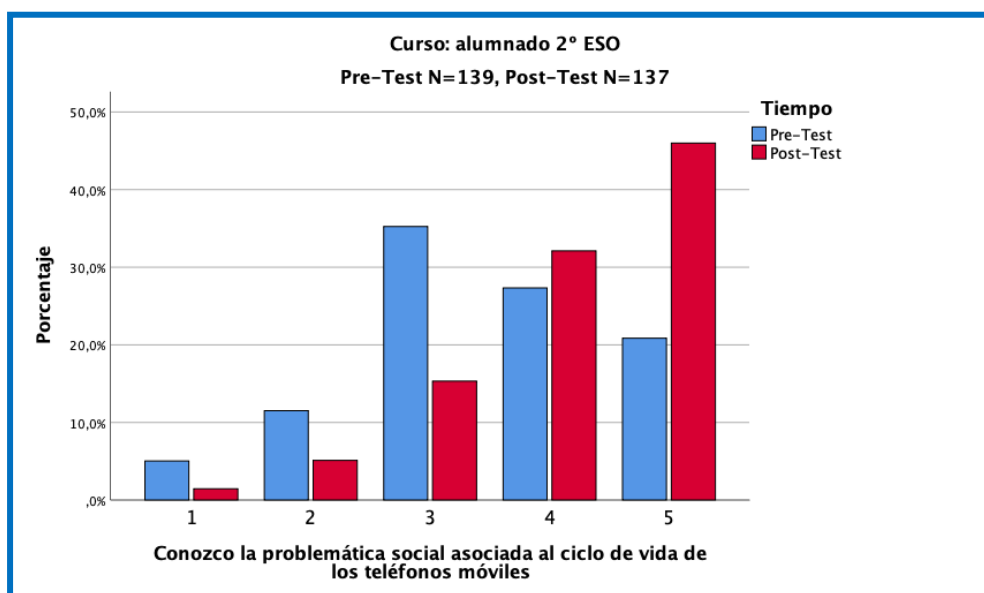


Gráfico 13a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 15 del cuestionario.

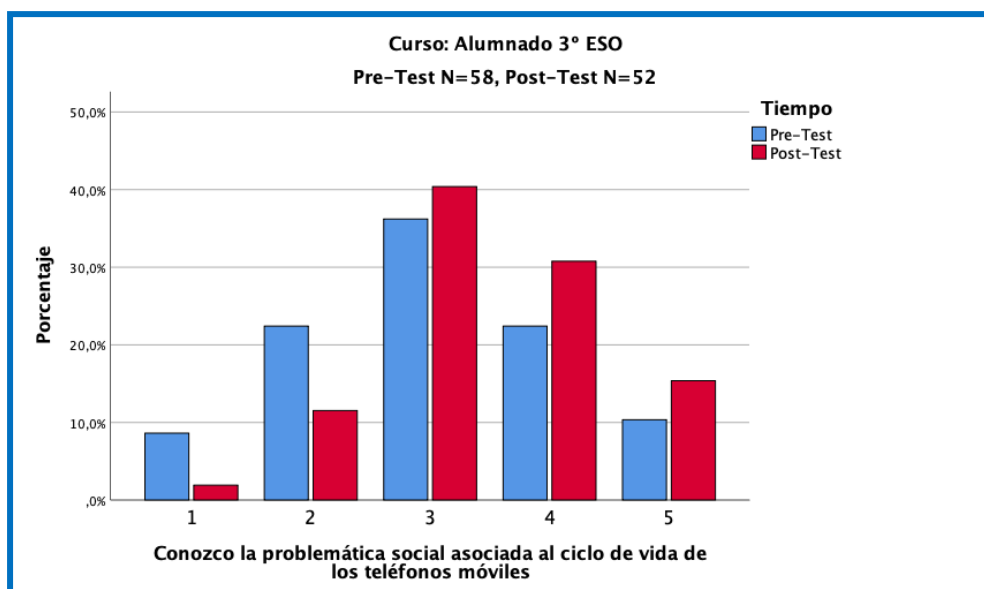


Gráfico 13b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 15 del cuestionario.

CUESTIÓN 16: Considero que realizo un consumo sostenible de esa tecnología.

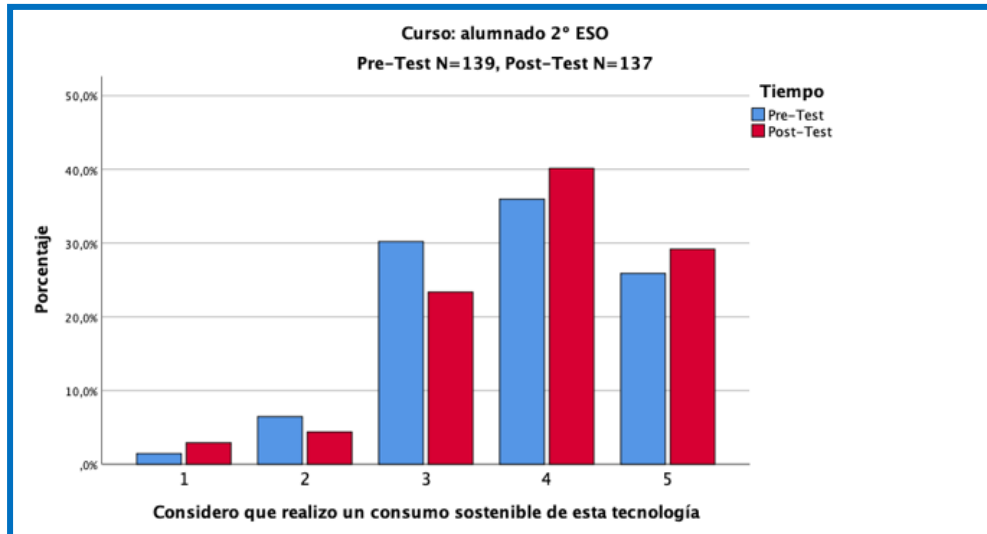


Gráfico 14a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 16 del cuestionario.

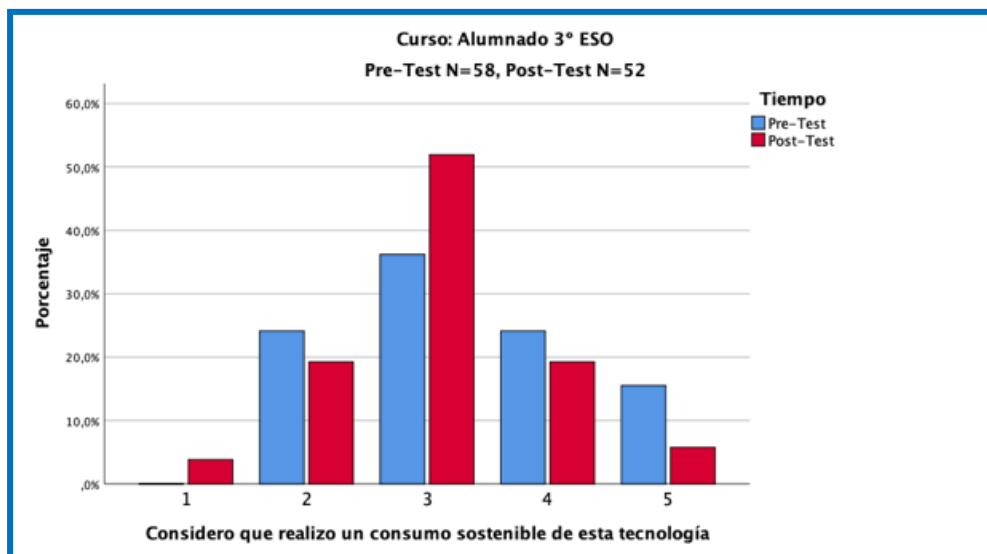


Gráfico 14b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 16 del cuestionario.

CUESTIÓN 17: El reciclaje de estos dispositivos reduce los peligros para la salud.

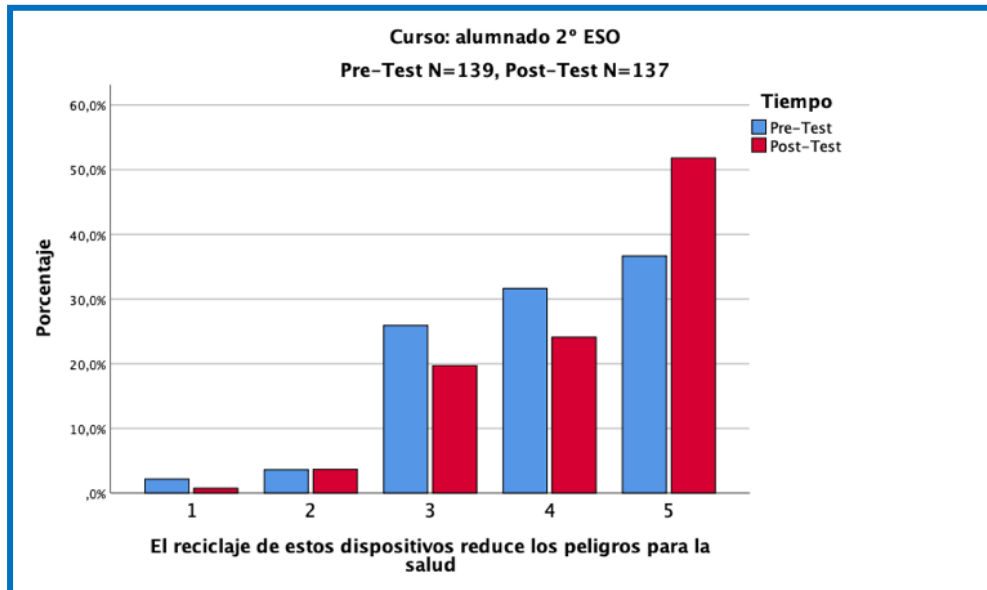


Gráfico 15a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 17 del cuestionario.

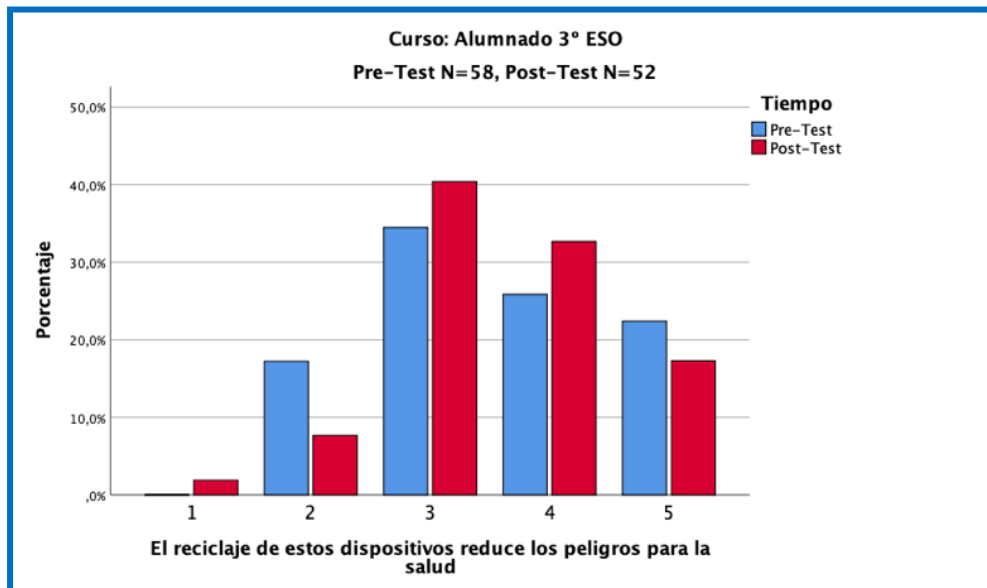


Gráfico 15b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 17 del cuestionario.

CUESTIÓN 18: El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce las posibilidades de daños accidentales en el hogar.

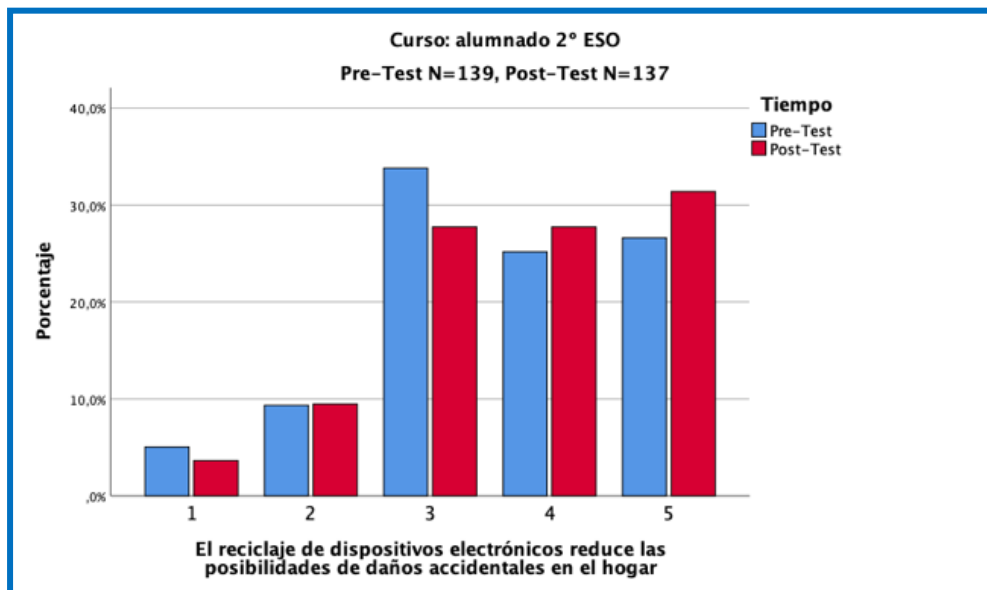


Gráfico 16a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 18 del cuestionario.

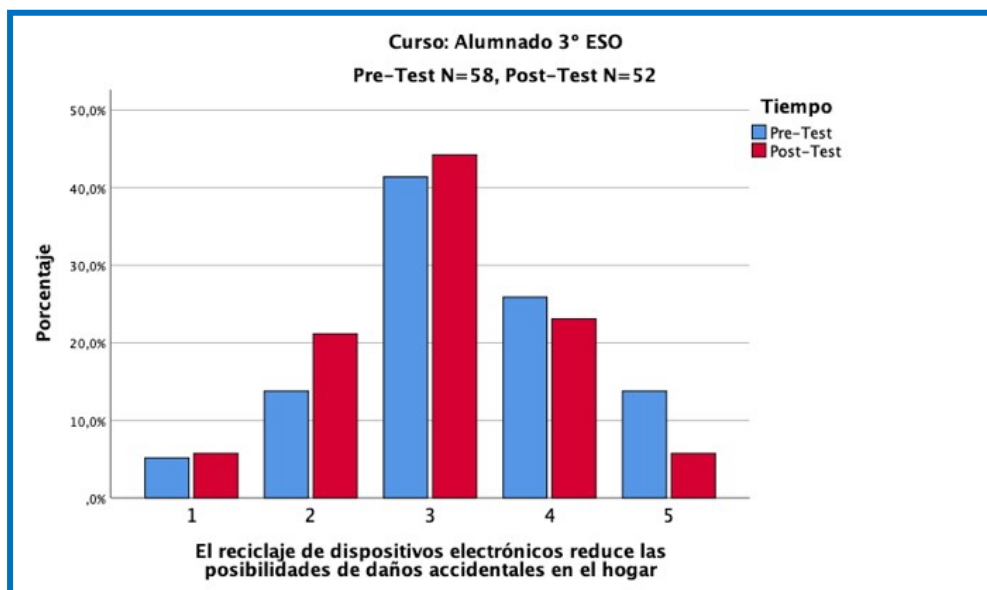


Gráfico 16b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 18 del cuestionario.

CUESTIÓN 19: El reciclaje adecuado de dispositivos electrónicos protege el medio ambiente de los productos químicos tóxicos.

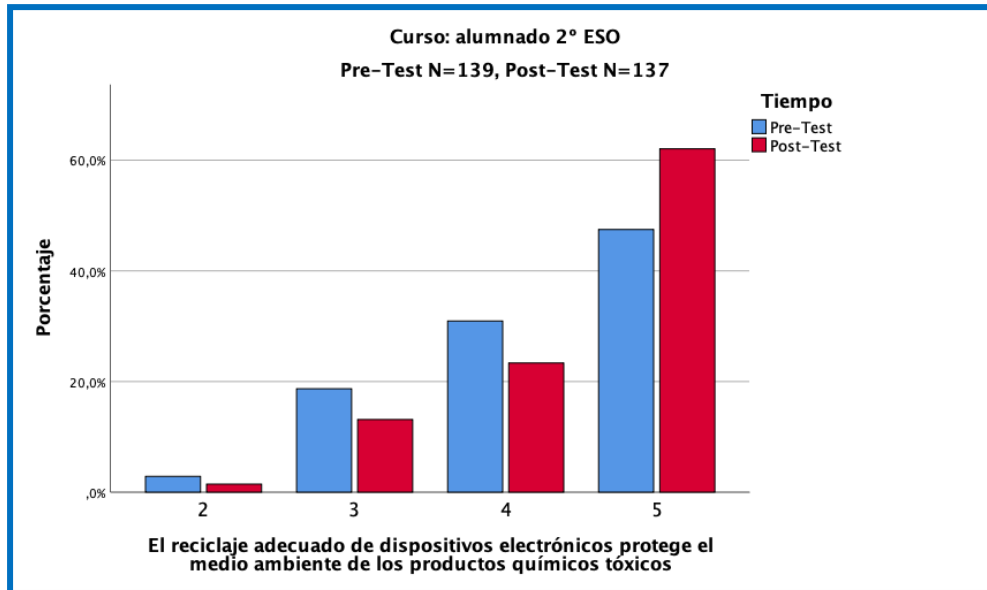


Gráfico 17a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 19 del cuestionario.

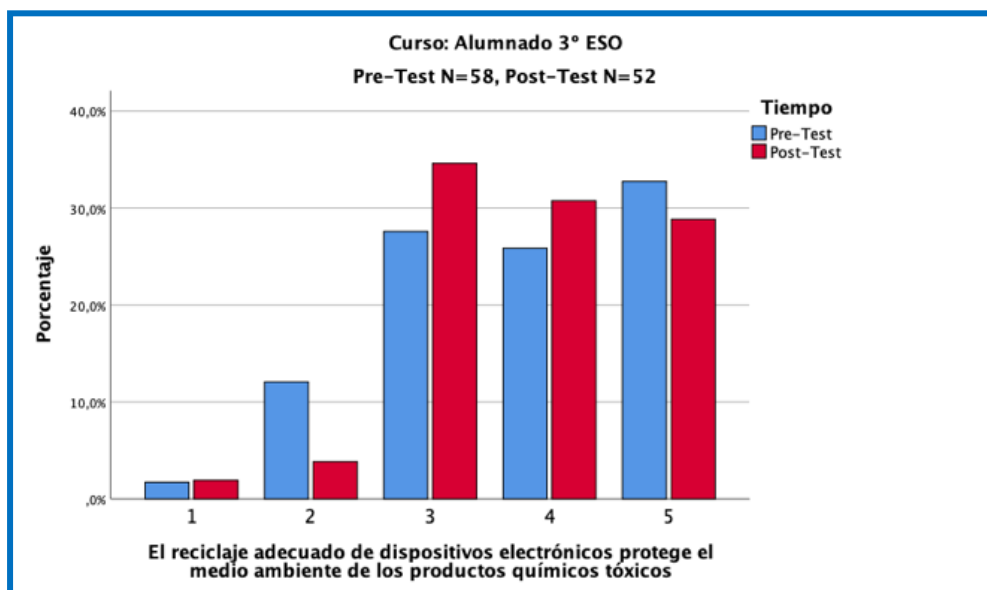


Gráfico 17b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 19 del cuestionario.

CUESTIÓN 20: El reciclaje de dispositivos electrónicos reduce la emisión de gases de efecto invernadero.

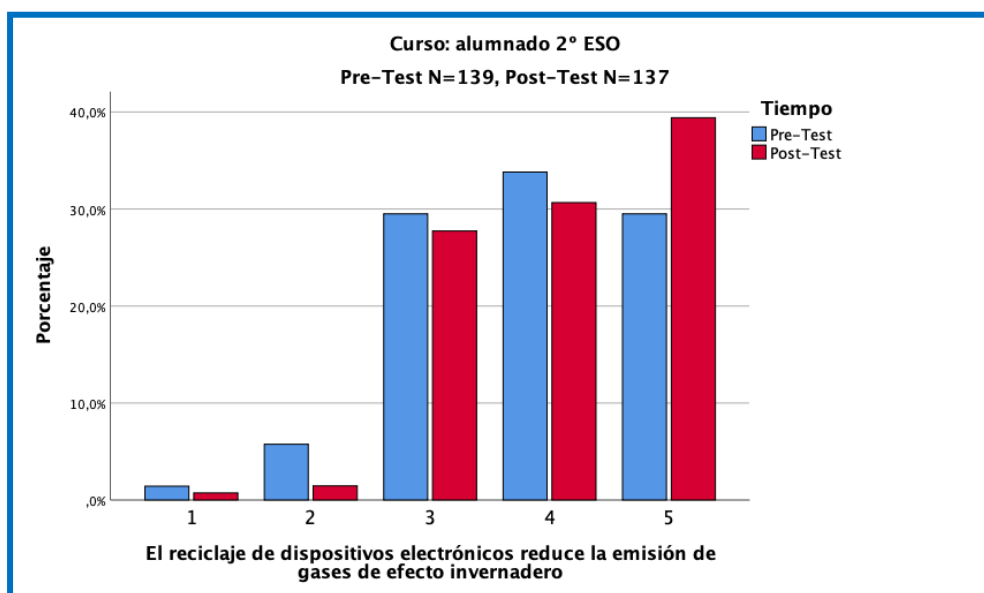


Gráfico 18a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 20 del cuestionario.

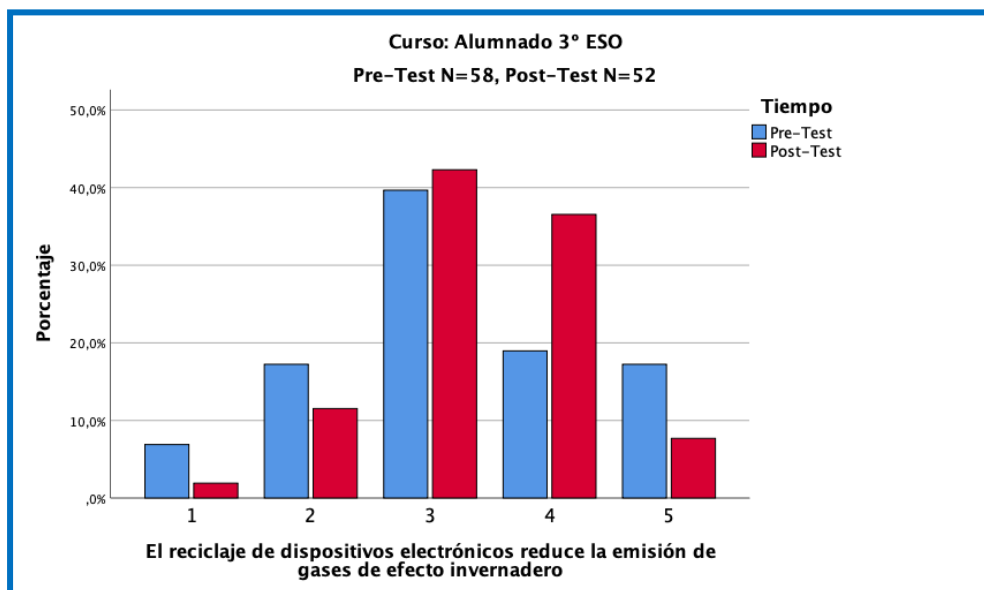


Gráfico 18b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 20 del cuestionario.

CUESTIÓN 21: Me da miedo que el centro de recogida pueda hacer un mal uso de mi dispositivo electrónico.

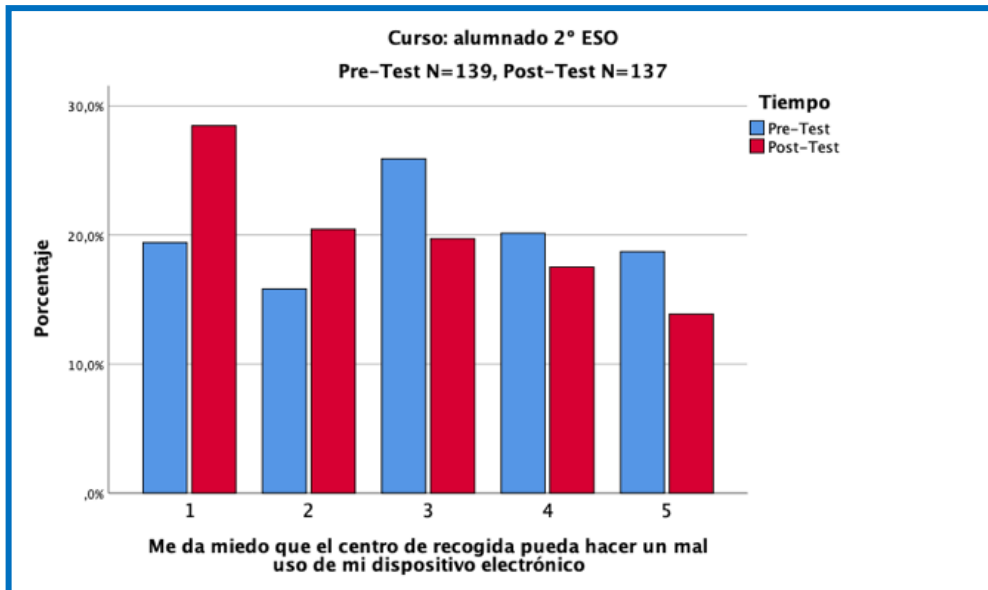


Gráfico 19a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 21 del cuestionario.

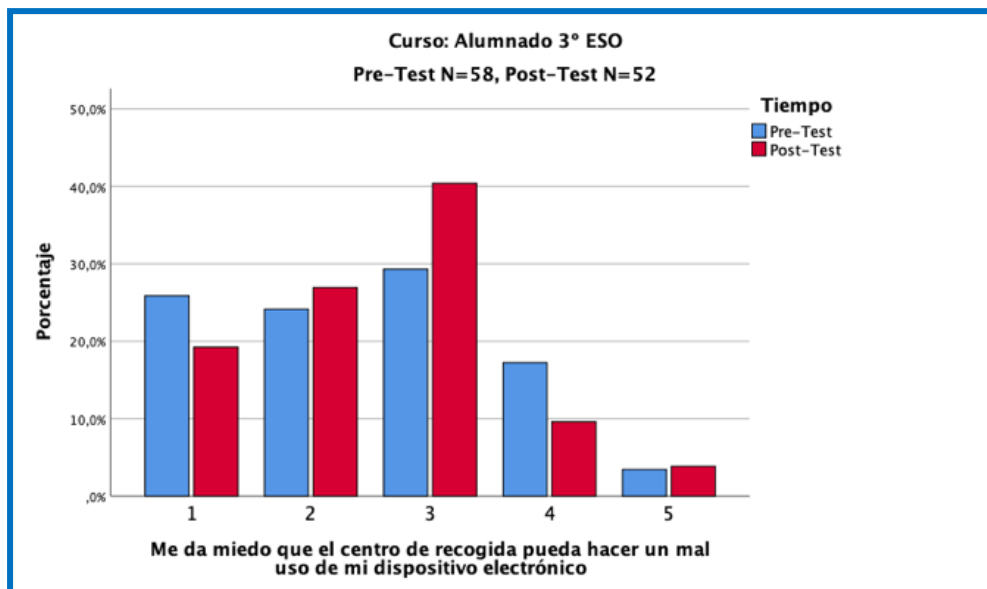


Gráfico 19b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 21 del cuestionario.

CUESTIÓN 23: El reciclaje de residuos electrónicos es demasiado complicado para ser útil.

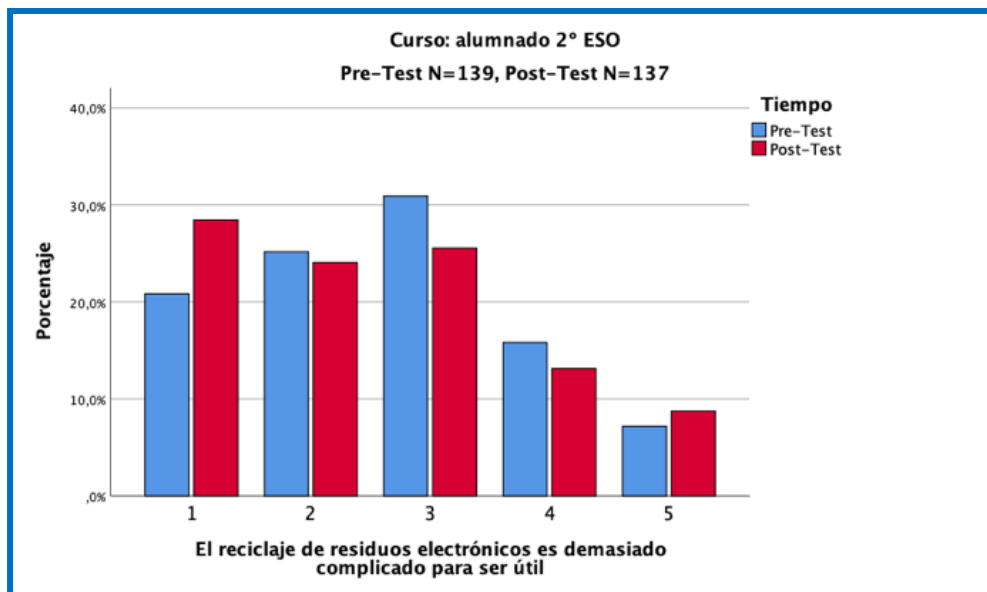


Gráfico 20a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 23 del cuestionario.

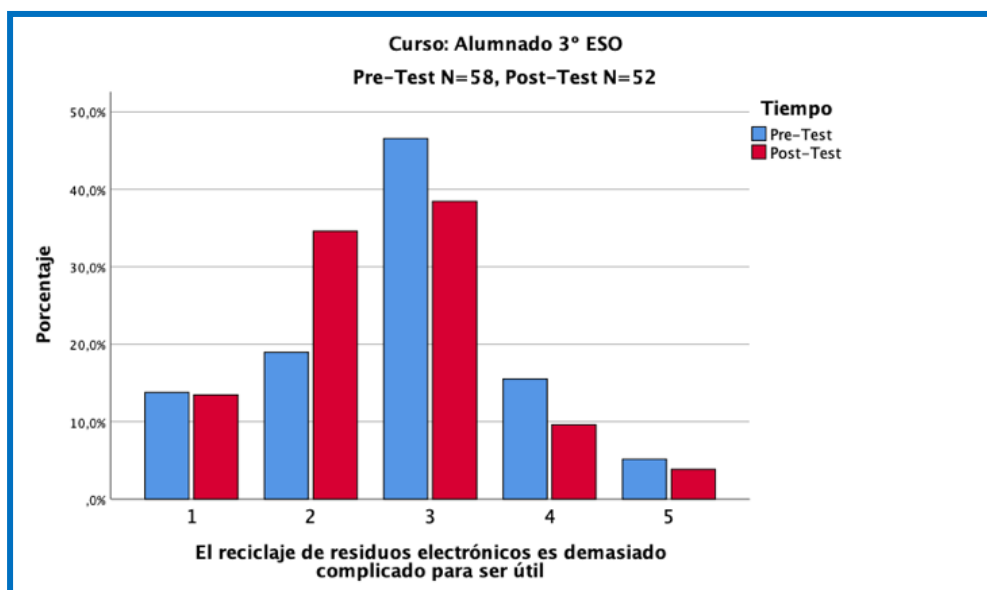


Gráfico 20b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 23 del cuestionario.

CUESTIÓN 24: No es fácil encontrar información sobre el reciclaje de residuos electrónicos.

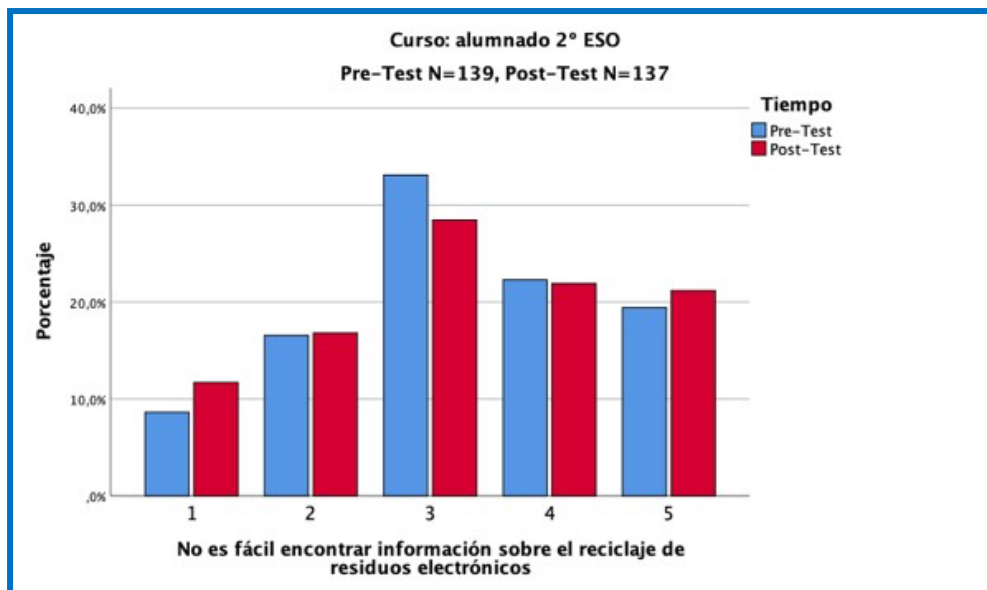


Gráfico 21a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 24 del cuestionario.

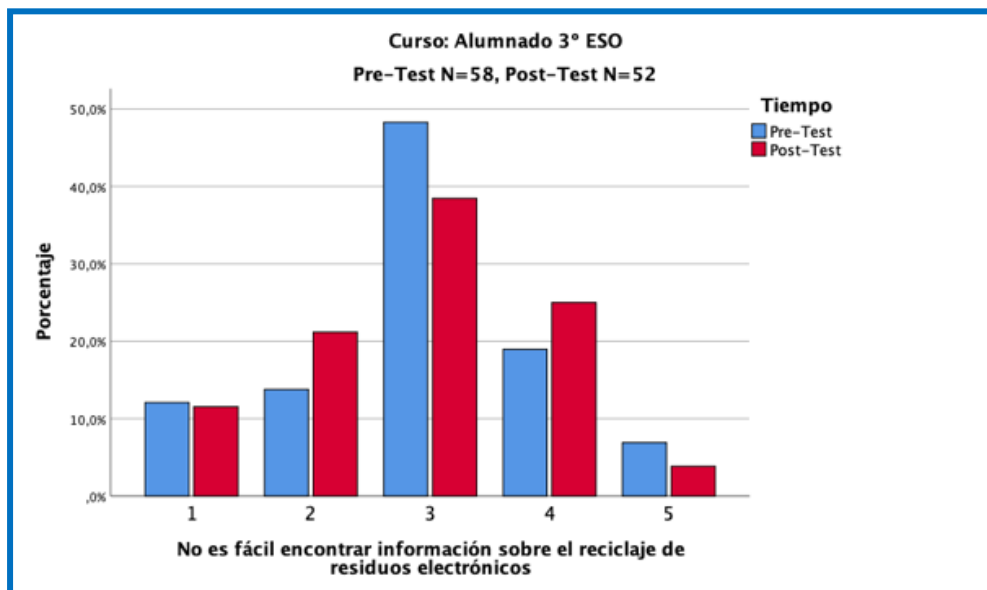


Gráfico 21b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 24 del cuestionario.

CUESTIÓN 25: No es fácil encontrar un centro de recogida de residuos electrónicos.

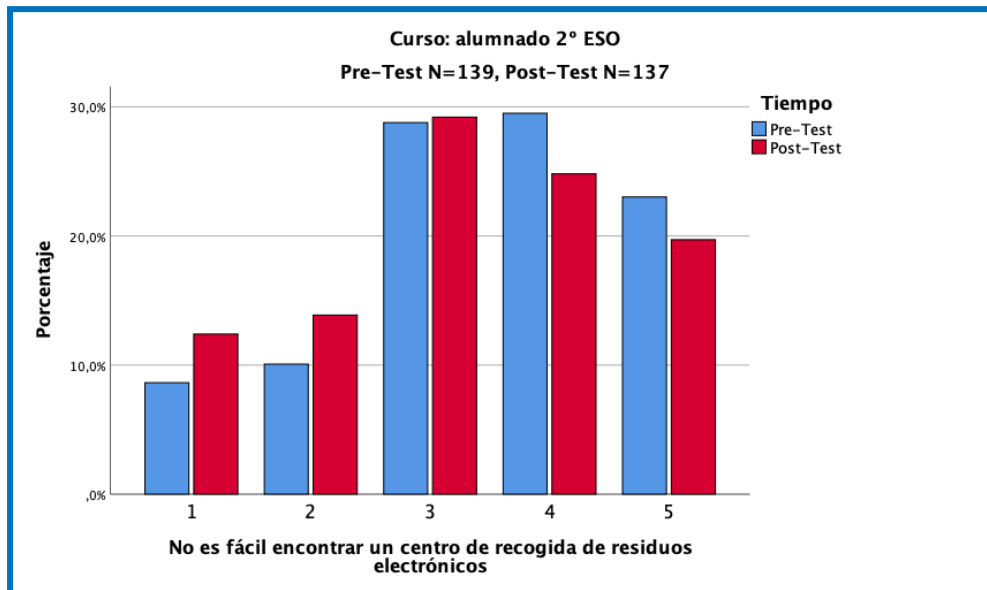


Gráfico 22a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 25 del cuestionario.

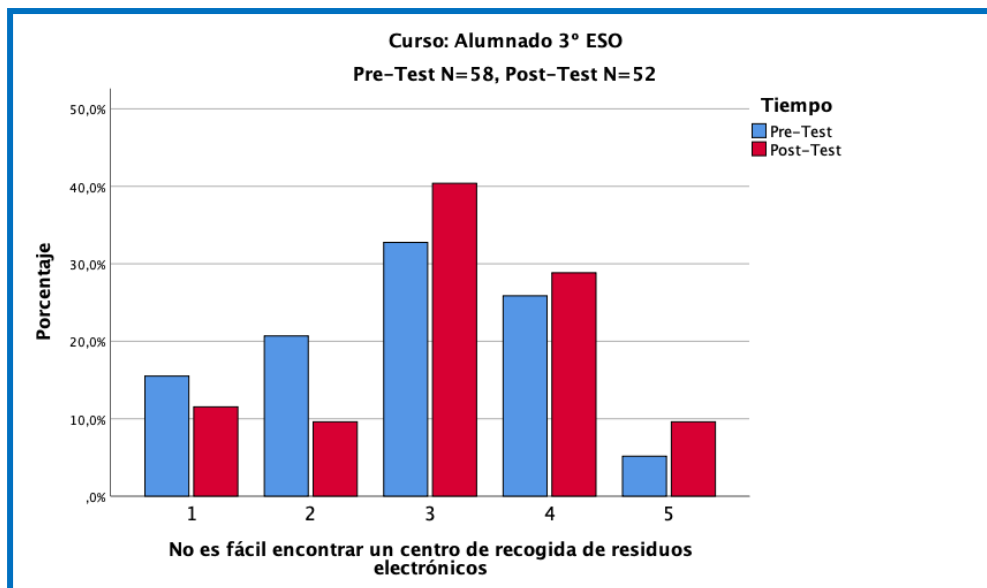


Gráfico 22b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 25 del cuestionario.

CUESTIÓN 27: Alguna vez he evitado comprar los productos de una empresa porque sentía que la empresa estaba dañando el medio ambiente.

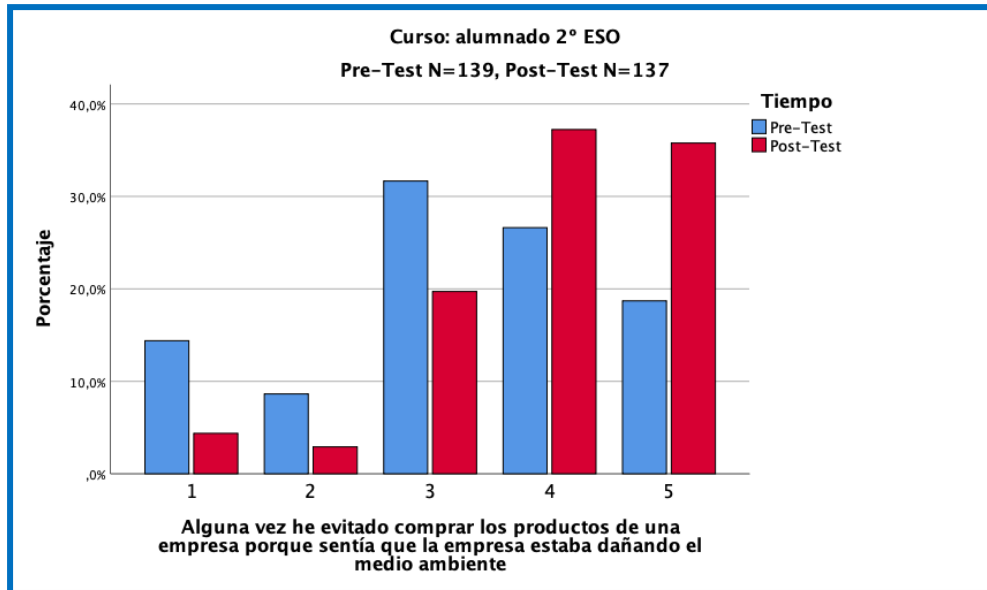


Gráfico 23a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 27 del cuestionario.

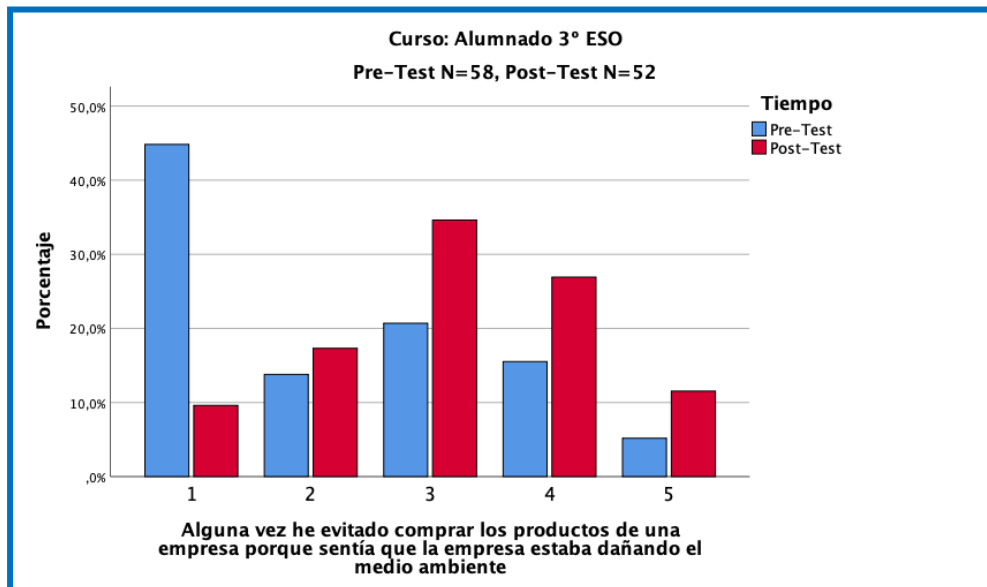


Gráfico 23b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 27 del cuestionario.

CUESTIÓN 28: El reciclaje de dispositivos electrónicos es bueno.

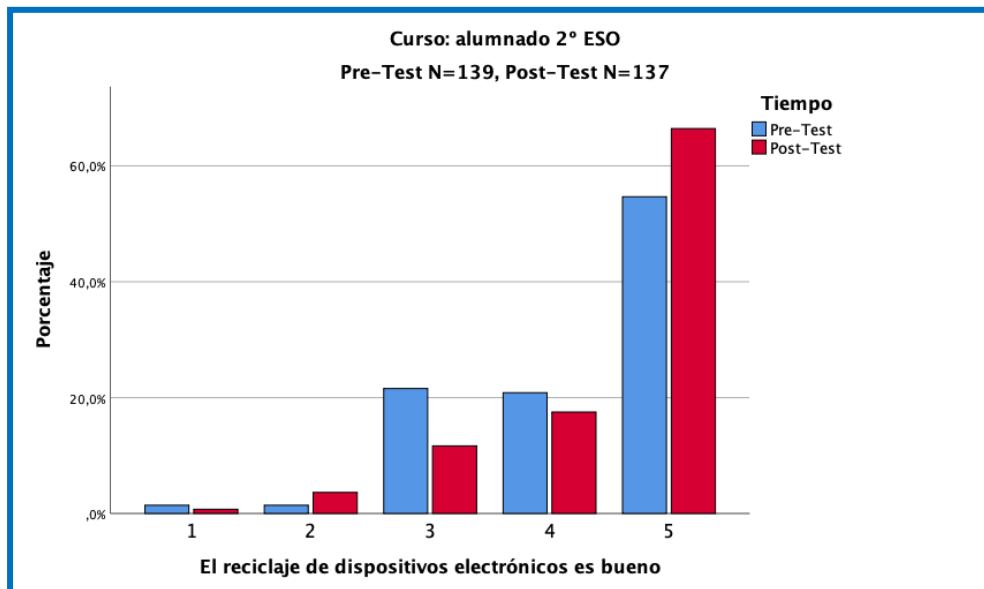


Gráfico 24a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 28 del cuestionario.

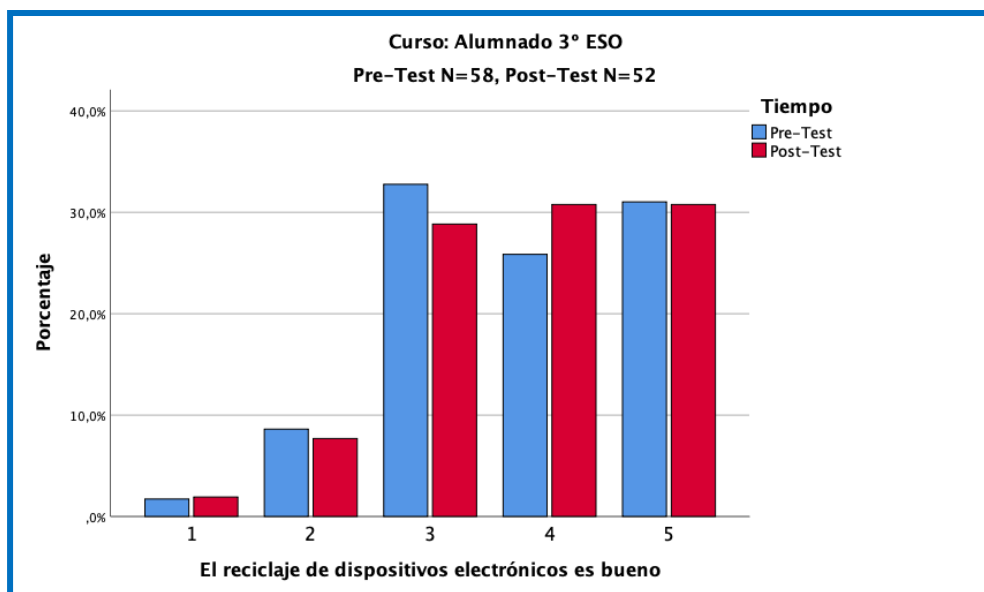


Gráfico 24b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 28 del cuestionario.

CUESTIÓN 29: Estoy dispuesto/a a hablar con mis amigos/as sobre los modos apropiados de deshacerse de los aparatos electrónicos.

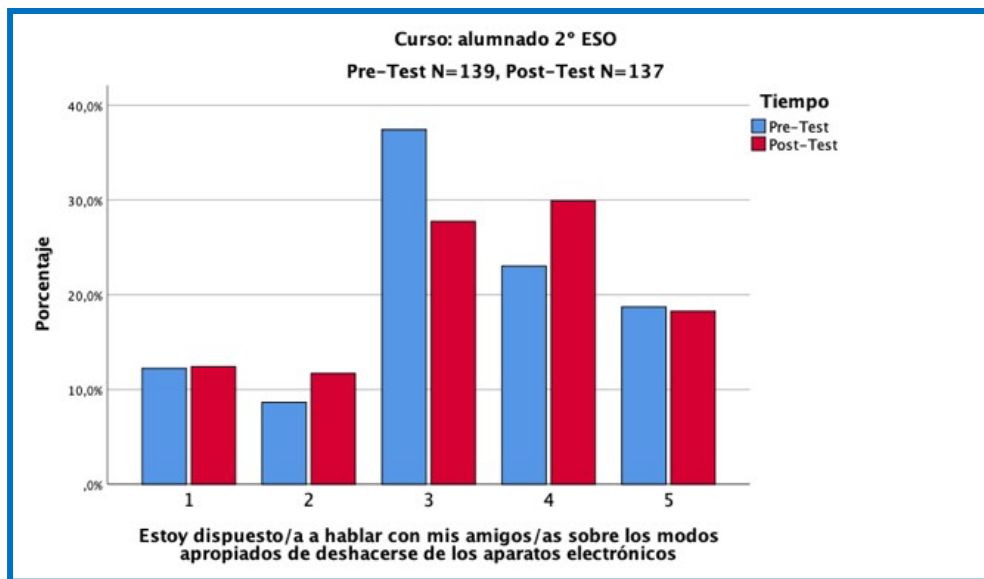


Gráfico 25a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 29 del cuestionario.

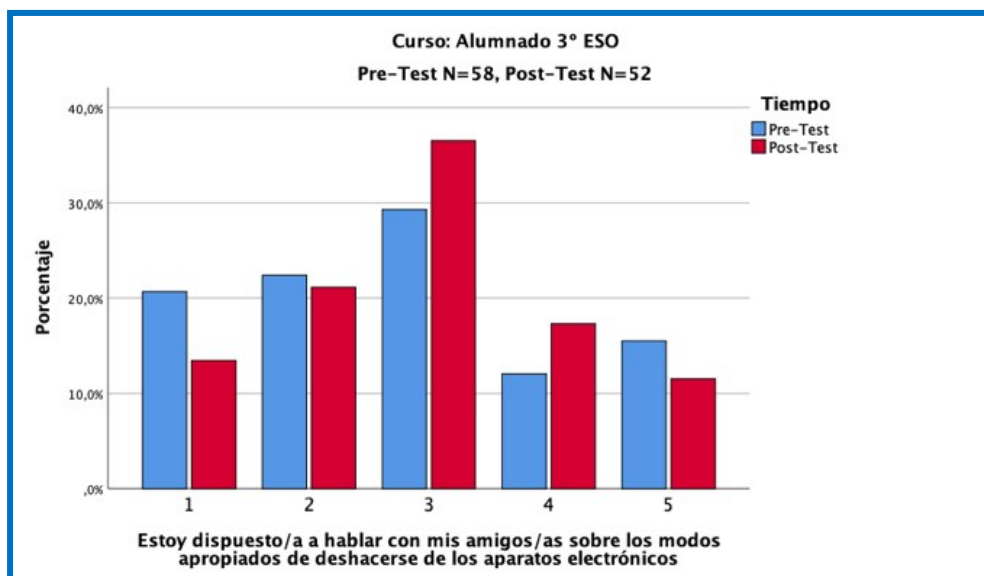


Gráfico 25b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 29 del cuestionario.

CUESTIÓN 30: Estoy dispuesto/a a dedicar un tiempo a reciclar mis viejos aparatos electrónicos.

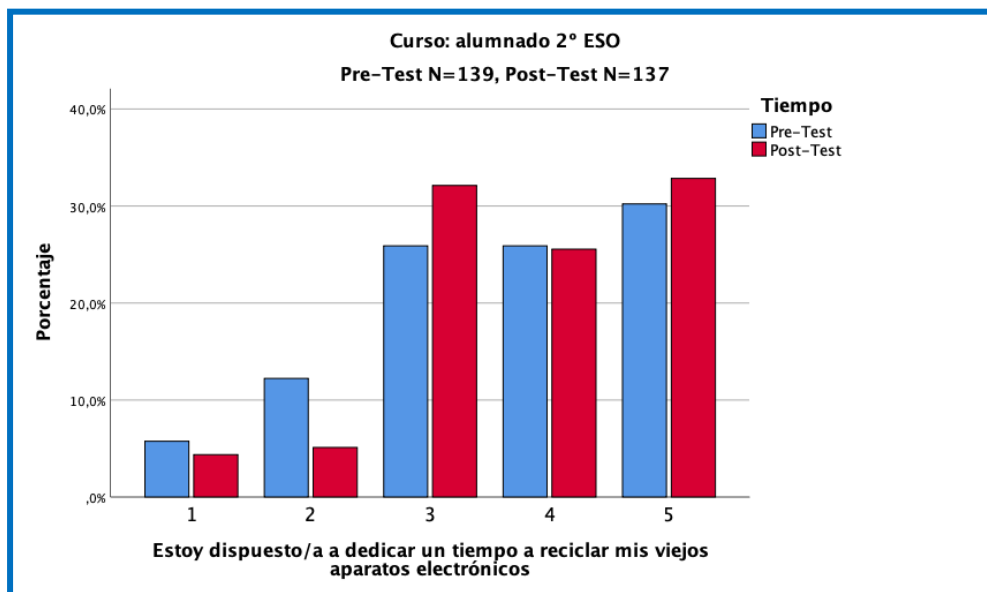


Gráfico 26a. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 2º de ESO a la Cuestión 30 del cuestionario.

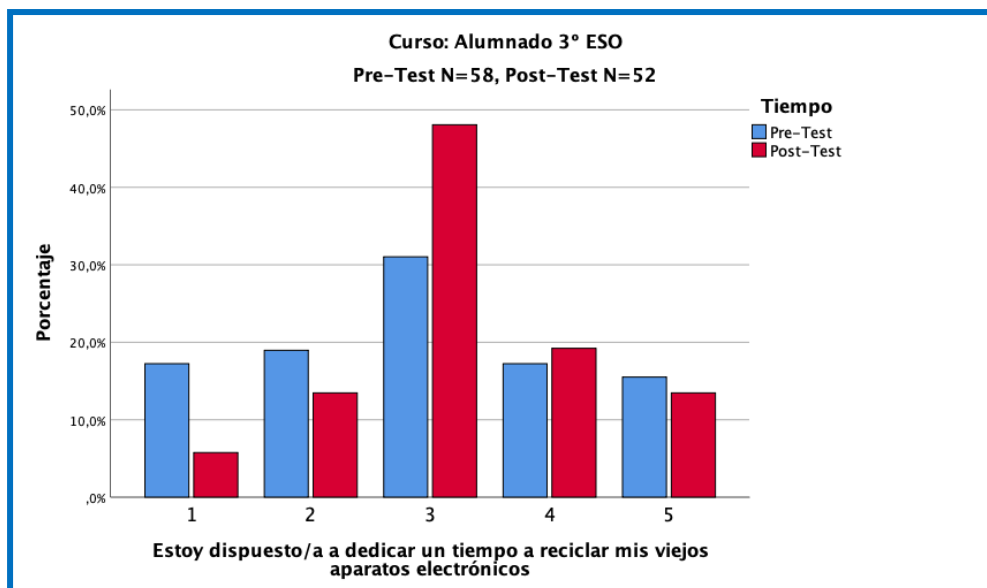


Gráfico 26b. Resultados del análisis de las respuestas del alumnado de 3º de ESO a la Cuestión 30 del cuestionario.

ANEXO E

En este anexo se incluyen ejemplos de la resolución del programa de actividades por parte de algunos de los/as alumnos/as participantes.

EJEMPLOS DE LAS RESPUESTAS DEL ALUMNADO DEL PROGRAMA DE ACTIVIDADES

A.1. Visualizar el vídeo “La Química del mòbil (Programa Tot es mou de TV3)” para conocer los elementos de la tabla periódica que podemos encontrar dentro de un teléfono móvil y completar los espacios en blanco con la información del vídeo:

CARCASA

1.Hierro (Fe) 2.Carbono (C) 3.Magnesio (Mg) 4.Hidrógeno (H)

Mezcla de Fe y C = ACERO

Mezcla de Fe y Mg = ALEACIONES

Mezcla de H y C = HIIDROCARBUROS

BATERÍA

1.Litio (Li) 2.Cobalto (Co)

Normalmente las baterías se fabrican con LITIO Y COBALTO

ELECTRÓNICA

1.Cobre (Cu) 2.Plata (Ag) 3.Oro (Au)

¿Cuáles de estos elementos son los más conductores? PLATA Y ORO

CHIPS

1.Silicio (Si)

¿Con qué otros elementos se combina el Silicio para fabricar los chips?

ARSENICO, GALIO Y ANTIMONIO

COLORES

1.Itrio (Y)

¿Qué color se consigue utilizando este elemento? AZUL

MICRO-CONDENSADORES

1.Tántalo (Ta)

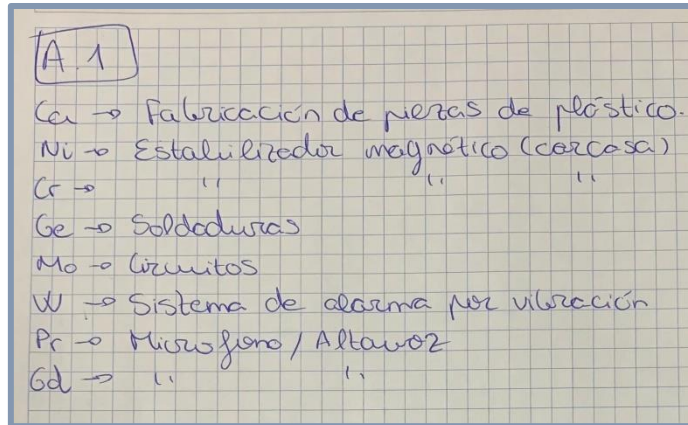
¿De qué mineral se extrae este elemento? COLTÁN

¿De qué país se extrae este mineral principalmente? DEL CONGO

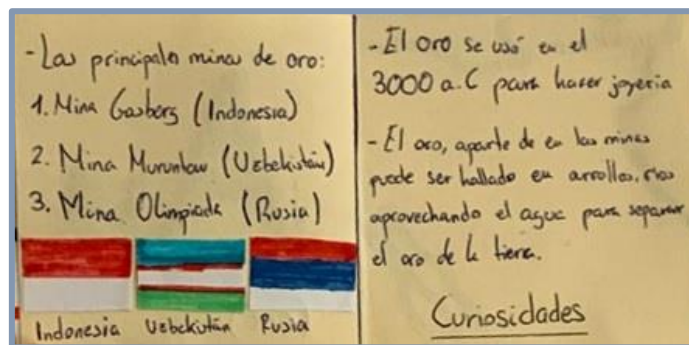
¿Por qué se trata de un mineral problemático? PORQUE HAY GUERRAS Y CONFLICTOS POR EL DOMINIO DE LAS MINAS DEL CONGO

¿Qué tiene de especial el teléfono Firephone? GARANTIZA QUE TODOS LOS MINERALES SE EXTRAEN DE ZONAS SIN CONFLICTO

En el vídeo también han aparecido como elementos componentes de un teléfono móvil el calcio (Ca), el níquel (Ni), el cromo (Cr), el germanio (Ge), el molibdeno (Mo), el wolframio (W), el praseodimio (Pr) y el gadolinio (Gd). Buscar en internet para qué se utiliza cada uno de ellos en los teléfonos móviles.



A.2. Una vez conocidos los diferentes elementos químicos que se necesitan para fabricar un teléfono móvil, realizar, de manera distribuida entre los grupos, una búsqueda de información sobre los principales países productores de cada uno de ellos y confeccionar una tarjeta de, aproximadamente, 10 x 10 cm, que incluya esta información y alguna curiosidad sobre el elemento, tal y como muestra el siguiente ejemplo:



Para finalizar la actividad, pegar vuestra tarjeta en el póster del mapamundi mudo facilitado por el profesor/a y unir vuestra tarjeta con los países donde se extrae principalmente el elemento que habéis estudiado en vuestro grupo. Una vez finalizada la actividad el mural resultante se exhibirá en las áreas comunes del centro.



A.3. Visualizar, de manera conjunta, una serie de vídeos a partir de los cuales se realizará una reflexión sobre la problemática social existente en la República Democrática del Congo como consecuencia de la extracción del coltán (Tántalo) u otros minerales que contienen elementos químicos imprescindibles para la fabricación de teléfonos móviles y otros dispositivos electrónicos. El conflicto bélico que desde hace décadas tiene lugar en ese país es el que más vidas se ha cobrado desde la Segunda Guerra Mundial, con más de cinco millones de fallecidos y millones de refugiados que huyen de la violencia extrema de los grupos armados que controlan la extracción de dichos minerales.

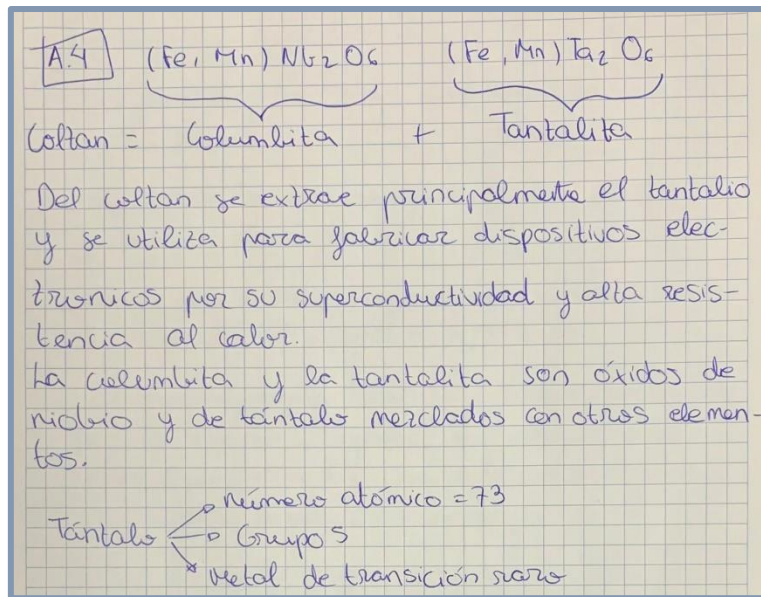
// VIDEOS Y DEBATE //

- Mas de tres millones de personas murieron en el Congo en la guerra del coltán (1998-2003)
- Muchos de los minerales extraídos del Congo acaban en nuestras casas (Play Station, Smartphone)
- Hace muchos años que se realiza una explotación masiva en Africa para fabricar aparatos en los países desarrollados.
- Los mineros tienen que caminar mucho para llegar a las minas y cobran solo por lo que sacan o un sueldo de 2\$/día.
- Hay minas verdes controladas por el gobierno sin trabajo infantil ni mujeres embarazadas.
- Hay minas rojas controladas por rebeldes con niños esclavos donde terrorizan y roban a la población.
- En las minas verdes en realidad si hay niños y embarazadas pero los militares lo esconden.
- El coltán se vende a compradores: Indios, Chinos, Americanos o Europeos pero también se vende de forma ilegal a países vecinos.
- Las empresas de telefonía dicen que compran minerales libres de conflicto pero es mentira.

- El coltán se vende entre 3 y 25 \$/kg siendo vendido a los países desarrollados por años de 30 veces su valor.
- La gente dice que trabaja hasta 12h/día y ganan 15 \$/semana.
- Las niñas trabajan para poder vivir y porque quieren ir al colegio.
- Los grupos rebeldes conquistan zonas mineras agrediendo e intimidando a la población.
- Un español compra coltán en el Congo y se lo vende a una compañía española así gana mucho dinero aunque en las minas sabe que no se cumplen las medidas de seguridad incluso se ríe.
- A las mujeres las violan y solo Denis Mukwege las defiende y pelea por ellas en la ONU, ellos y sus hijos son repudiados.
- 200.000 mujeres han sido violadas desde 1998.
- Los países desarrollados venos lo que pasa en el Congo como algo muy lejano y nos quejamos de la inmigración pero muchos de ellos huyen de las zonas de conflicto de África y deberíamos ayudarles a vivir mejor para que no tengan que huir.

LA ONG ALBOAN AYUDA AL CONGO Y ES UNA GRAN FORMA DE RESPONSABILIDAD

A.4. Buscar qué minerales forman el coltán y analizar sus fórmulas químicas en base a los conocimientos de formulación y nomenclatura inorgánica adquiridos previamente en la asignatura de Física y Química, indicando qué compuestos binarios identificáis y con qué elementos se combinan. Además, indicar cuáles son las propiedades principales de este mineral (coltán) y reflexionar sobre la relación de estas con los elementos que conforman su composición.



A.5. Analizar en qué consiste cada una de las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y pensar cuáles son las implicaciones ambientales y sociales de cada una de las fases en relación con las problemáticas.

Fase I	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación masiva de recursos • Impacto ambiental • Destrucción de ecosistemas • Pobreza en países ricos • Violencia de género • Explotación laboral • Trabajo infantil • Conflicto bélico 	Fase IV	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Destrucción de ecosistemas • Países vertedero
		Fase V	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Problemas de salud • Problemas sociales
Fases II y III	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Explotación laboral • Mercado abusivo • Clandestinidad 	Fase VI	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Destrucción de ecosistemas • Países vertedero

A.6. Realizar, de forma conjunta en el aula, el Kahoot propuesto por el/la profesor/a para trabajar las relaciones entre las fases del ciclo de vida de un teléfono móvil y las implicaciones ambientales y sociales de cada fase.

A.7. Una vez conocidas cuáles son las diferentes fases del ciclo de vida de un teléfono móvil, distribuir estas fases entre los diferentes grupos, con el fin de que cada uno realice un trabajo de investigación sobre las problemáticas socioambientales asociadas a cada una de ellas, investigaciones que se pondrán en común, posteriormente, con el resto de la clase a través de una infografía o vídeo informativo.

FASE DEL CICLO DE VIDA D'UN TELÈFON MÒBIL A TREBALLAR:

Extracció de materials

1. Quins materials s'extrauen del Congo per a fabricar els telèfons mòbils?

En la seua gran majoria s'extrauen de mines del Congo perquè disposa del 80% de la reserva mundial, poden extraure al voltant de 60 materials, entre ells el coltan, el cobalt, el zinc, el coure, l'or, el wolframio, etc. Principalment s'extrau el coltan, que és un mineral metàl·lic relativament escàs en la naturalesa que es compon essencialment de Colòmbita i Tantalita.

2. Qui extrau aquests materials?

Els homes, les dones, encara que estiguen embarassades, i xiquets, fins i tot tenint una edat molt baixa, que viuen en El Congo.

A més, el Congo és un dels llocs on l'explotació infantil és més comuna, es calcula que al voltant de 40.000 xiquets treballen en mines del Congo. També milers de dones i xiquets que són segrestats pels soldats que pertanyen als grups rebelds, a elles les converteixen en esclaves sexuals i als xiquets en soldats.

3. En quines condicions de treball es realitza l'extracció d'aquests materials?

L'extracció d'aquest material es realitza en unes condicions molt males, es veuen forçats a utilitzar tècniques arcaïques que danyen la seua salut i poden causar malalties mortals, a més, de que treballen entre 10 i 12 hores diàries baix dures condicions. També treballen sense cap seguretat. Posen en risc la seua vida i contaminen el medi ambient. A part de tot això, no cobren com deuria, la paga màxima es de 25 cèntims al dia.

4. Es respecten els drets humans de les persones que treballen i viuen prop dels llocs d'extracció?

No es respecten els drets humans, ja que exploten al personal. A més, aquest mineral s'extrau en condicions inhumanes, i la rivalitat entre poblacions per la seua extracció, ha provocat a més de conflictes bèl·lics, situacions d'abusos de menors, desforestació i anihilació de la fauna.

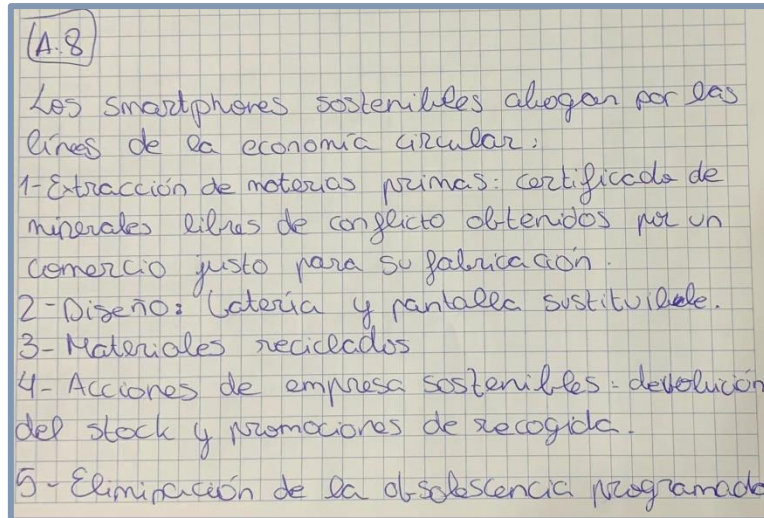
Per exemple, els xiquets pateixen tot tipus de violència, abusos sexuals, malnutrició, malalties i constants desplaçaments que acaben amb la seua infància.

Les dones són contínuament víctimes de violacions i d'abusos per tots els grups armats en conflicte o pels propis homes en els camps de desplaçats. En moltes ocasions, a més dels traumes psicològics, contrauen malalties greus, com la SIDA. Moltes d'elles, davant la falta de recursos en els camps, es veuen forçades a exercir la prostitució davant la seua precària situació. Per si no fos prou la societat les infravaloren i exclou.

5. Existeix algun conflicte de poder a conseqüència de l'explotació dels recursos? Quines conseqüències té per a la població?

El coltan està en l'arrel de molts dels conflictes que enfronta la població congoleesa, que entre 1996 i 2010 va perdre a 5 milions dels seus habitants a conseqüència de la violència exercida per grups rebelds. Aquestes agrupacions paramilitars es disputen el control del coltan, al qual extrauen per mitjà de treball esclau i infantil i que embenen amb la finalitat d'adquirir armes i continuar finançant la guerrilla. Encara que en 2002 es va signar un acord de pau, els conflictes continuen, principalment en l'est del país, on es troben desenes de milícies armades que reben suport de diversos països veïns.

A.8. ¿Sabéis en qué consiste la economía circular? Leer con atención los artículos sobre smartphones sostenibles facilitados por el profesor o la profesora y a partir de los conocimientos aprendidos indicar si los smartphones sostenibles serían una de las posibles vías de economía circular disponibles para el ciclo de vida de un teléfono móvil.



A.9. Para finalizar, os proponemos dar a conocer vuestro trabajo al resto de la comunidad educativa y participar en una campaña de sensibilización y recogida de dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, tablets, cargadores, etc., en desuso promovida, en particular, por la ONGD Alboan. Esta ONGD destina el importe obtenido por el reciclaje de los dispositivos donados a proyectos humanitarios y de desarrollo en el este de la R.D. del Congo (<https://www.tecnologialibredeconflicto.org/>). En particular, os invitamos a exponer vuestros trabajos al resto de compañeros/as del centro y así divulgar la problemática trabajada y las vías alternativas propuestas para vuestro entorno más cercano.



ANEXO F

En este anexo se incluye el cuestionario de evaluación del programa de actividades diseñado con el objetivo de recoger las valoraciones del alumnado.

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Estamos realizando un estudio entre alumnado de Educación Secundaria sobre los teléfonos móviles y el uso que les damos a lo largo de todo su ciclo de vida. Es por ello, que te pedimos que contestes este cuestionario con sinceridad. Por favor, no dejes ninguna pregunta sin contestar, si no conoces la respuesta puedes poner “no lo sé”.

¡Muchas gracias por tu participación!

Curso: 1° ESO 2° ESO 3° ESO 4° ESO

Grupo: A B C D E

1

Valora de 0 a 10 en qué medida el trabajo realizado en esta asignatura te ha ayudado a comprender mejor la problemática socioambiental asociada al consumo de dispositivos electrónicos y, sobre todo, la necesidad y posibilidad de avanzar hacia un consumo responsable:

• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10

2

Completa tu respuesta con algún comentario y/o sugerencia, así como con las razones de tu valoración:

3

Valora de 0 a 10 el interés de las actividades realizadas durante el proyecto:

• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10

4

Indica si alguna te ha interesado en particular y si hay alguna que pienses que no conviene hacer, indica también el porqué de tu respuesta:

5

Valora de 0 a 10 hasta qué punto piensas que este trabajo puede mejorar tu implicación para favorecer una Tecnología Libre de Conflicto y tomar las medidas necesarias:

• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10

6

¿Crees que tu compromiso ha mejorado? Comenta cómo y porqué lo crees:

7

¿Tras la realización del proyecto, que otros aspectos relacionados con el tema te hubiera gustado trabajar y cuáles no te han parecido interesantes o productivos? Indica los comentarios, críticas o sugerencias sobre el proyecto que creas convenientes:
