



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

Análisis de la percepción social de la biotecnología

Trabajo Fin de Grado

Grado en Biotecnología

AUTOR/A: Rodríguez García, Alejandro

Tutor/a: Porcel Roldán, Rosa Caridad

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL (ETSIAMN)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

Análisis de la percepción social de la biotecnología

GRADO EN BIOTECNOLOGÍA

CURSO ACADÉMICO 2022-2023

AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ GARCÍA

TUTOR: ROSA CARIDAD PORCEL ROLDÁN

VALENCIA, 6 DE JUNIO DE 2023



RESUMEN

TÍTULO: Análisis de la percepción social de la biotecnología.

ABSTRACT:

Astronomer and science communicator Carl Sagan said that «We live in a society deeply dependent on science and technology in which nobody knows anything about these subjects. This is a sure recipe for disaster». In the present project, we have investigated whether this statement, made more than three decades ago, can be applied to biotechnology today. To this end, research has been carried out on the state of knowledge of biotechnology in the public and the need to increase or improve the dissemination strategies in this scientific discipline. Various indicators indicate that we live in an era in which scientific and technological advances are advancing faster than social thought, hence the need for efficient dissemination. In this paper we focus on the field of biotechnology. At present, there are not many studies focused on the dissemination of this scientific discipline, possibly because the implementation of the Biotechnology degree in Spain is very recent (less than 15 years). Some basic questions that we have answered in this project are: Does the public know what biotechnology is? Do they know how it influences their lives? Do they know what applications they are using that are based on biotechnology?

Surveys of different sectors of the population have been used to assess the general public's knowledge of biotechnology, its applications, and the benefits it brings to society. At the same time, the population has been consulted about their preferences in various aspects related to the consumption of scientific information, and whether it is being effective. The results obtained have shown that biotechnology is not being communicated effectively to society. Based on these results, novel strategies for improvement have been proposed to bring biotechnology closer to society. Thus, this work is related to the following SDGs of the 2030 Agenda: 2, 3, 4, 12, 13, 14 and 15.

RESUMEN:

Decía el astrónomo y divulgador científico Carl Sagan que «Vivimos en una sociedad profundamente dependiente de la ciencia y la tecnología en la que nadie sabe nada de estos temas. Esto constituye una fórmula segura para el desastre». En el presente proyecto, se ha investigado si esta frase, formulada hace más de tres décadas, puede aplicarse a la biotecnología en la actualidad. Para ello se ha realizado un trabajo de investigación sobre el estado del conocimiento de biotecnología en el público en general y la necesidad de incrementar o mejorar las estrategias de divulgación en esta disciplina científica. Diversos indicadores señalan que vivimos en una época donde los avances científico-tecnológicos avanzan más rápido que el pensamiento social, de ahí la necesidad de una divulgación eficiente. En este trabajo nos centramos en el campo de la biotecnología. En la actualidad, no existen gran cantidad de estudios centrados en la divulgación de esta disciplina científica, posiblemente porque la implantación del grado de Biotecnología en España es muy reciente (menos de 15 años). Algunas preguntas básicas que hemos respondido en este proyecto son: ¿El público en general sabe lo que es la biotecnología? ¿Conoce cómo influye en su vida? ¿Sabe qué aplicaciones está utilizando que se basan en la biotecnología?

Mediante encuestas a diferentes sectores de la población se ha evaluado el conocimiento de la población en general sobre la biotecnología, sus aplicaciones y los beneficios que esta reporta a la sociedad. A su vez, se ha consultado a la población acerca de cuáles son sus preferencias en varios aspectos relativos al consumo de divulgación científica, y si esta está siendo efectiva. Los resultados obtenidos nos han mostrado que la biotecnología no está siendo comunicada de forma efectiva a la sociedad. En base a dichos resultados, se han propuesto novedosas estrategias de mejora en vista a un mayor acercamiento de la biotecnología a la sociedad. De manera que este trabajo se relaciona con los siguientes ODS de la Agenda 2030: 2, 3, 4, 12, 13, 14 y 15.

KEYWORDS: Biotechnology; divulgation; scientific culture; society; science; technology; actuality.

PALABRAS CLAVE: Biotecnología; divulgación; cultura científica; sociedad; ciencia; tecnología; actualidad

ALUMNO: D. Alejandro Rodríguez García.

TUTOR ACADÉMICO: Dra. Rosa Caridad Porcel Roldán.

LOCALIDAD Y FECHA: Valencia, 6 de junio de 2023.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Charlie y a Rosalind por su apoyo constante e incondicional.

Gracias a Rosa por ser una persona maravillosa en todos los aspectos y confiar en mí.

Gracias a mis compañeros de piso por hacer el día a día de esta etapa más ameno.

Gracias a mis amigos, a los que llegaron y se fueron, y a los que están y perdurarán, de todos me llevo algo.

Gracias a Miki, por ser Miki.

Gracias al deporte, por enseñarme lo que es la cultura del esfuerzo, la resiliencia y mantenerme cuerdo.

Gracias a todos de corazón.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DEL TEMA A TRATAR.....	1
1.2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA GLOBAL.....	1
1.3. BREVE HISTORIA DE LA BIOTECNOLOGÍA.....	2
1.3.1. LA BIOTECNOLOGÍA COMO CONCEPTO.....	2
1.3.2. IMPORTANCIA E IMPACTO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN BIOTECNOLÓGICA.....	3
1.3.3. EFECTIVIDAD DE LA DIVULGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA DENTRO DEL DEBATE SOCIAL.....	4
1.3.4. ESTADO ACTUAL DE LA DIVULGACIÓN SOBRE BIOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA.....	5
1.3.5. LIMITANTES PARA UNA DIVULGACIÓN EFECTIVA SOBRE BIOTECNOLOGÍA.....	5
1.4. ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA.....	6
1.4.1. RAZONES Y CONSECUENCIAS DE LA DESCOORDINACIÓN ENTRE LOS AVANCES CIENTÍFICOS Y SU PERCEPCIÓN SOCIAL.....	6
1.4.2. DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA A LA CULTURA CIENTÍFICA.....	7
1.4.3. PRESUPUESTOS TEÓRICOS.....	7
1.4.4. LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA.....	7
1.4.5. MODELO DE DÉFICIT COGNITIVO.....	9
1.4.6. CUANTIFICACIÓN.....	10
1.4.6.1. EL INFORME DAVIS.....	10
1.4.6.2. <i>SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS</i>	11
1.4.6.3. LOS EUROBARÓMETROS.....	12
1.4.6.4. ENCUESTAS BIANUALES FECYT.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	15
3.2. DISEÑO DE LA ENCUESTA.....	15
3.3. PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA DE DATOS Y LIMITACIONES.....	16
3.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1. ANÁLISIS DE DATOS.....	18
4.2. PUNTUACIÓN GENERAL.....	20
4.3. PREGUNTAS MÁS ERRADAS.....	21
4.4. CRUCE DE DATOS.....	23
4.4.1. TABLAS DE CONTINGENCIA.....	23
4.4.2. CORRELACIONES DE INTERÉS.....	30
4.5. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS AISLADAS DE INTERÉS.....	33
4.6. PROPUESTAS DE MEJORA.....	35
5. CONCLUSIONES.....	36
6. BIBLIOGRAFÍA.....	37
7. ANEXO.....	40
7.1. TABLAS.....	40
7.2. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030.....	46
7.3. CUESTIONARIO.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico circular de los géneros de la muestra.....	15
Figura 2. Gráfico circular de los rangos de edad de la muestra.....	15
Figura 3. Gráfico circular del nivel de estudios de la muestra.....	15
Figura 4. Gráfico circular de las áreas de conocimiento de la muestra.....	15
Figura 5. Parte de los resultados en bruto del Excel facilitado por el propio <i>Google Forms</i>	18
Figura 6. Base de datos de Excel transformada a formato numérico.....	18
Figura 7. Base de datos numérica introducida en el SPSS.....	19
Figura 8. Adaptaciones de las variables.....	19
Figura 9. Recuento de las puntuaciones obtenidas en la encuesta.....	20
Figura 10. Respuestas a la pregunta: «¿Sabrías decir por qué fue conocido Edward Jenner?».....	21
Figura 11. Respuestas a la pregunta: «¿A qué dirías que están asociadas las siglas CRISPR?».....	21
Figura 12. Respuestas a la pregunta: «Actualmente es más eficiente obtener insulina del cerdo que de una bacteria es: »	22
Figura 13. Respuestas a la pregunta: «¿Cuál dirías que es la rama de la Biotecnología dedicada a procesos industriales?»	23
Figura 14. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x GÉNERO.....	23
Figura 15. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x EDAD.....	24
Figura 16. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x NIVEL DE ESTUDIOS.....	25
Figura 17. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x ÁREA DE CONOCIMIENTOS.....	26
Figura 18. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x CONSUMO DE CIENCIA.....	27
Figura 19. Resultados del cruce de datos EDAD x CONSUMO DE CIENCIA.....	28
Figura 20. Resultados del cruce de datos NIVEL DE ESTUDIOS x CONSUMO DE CIENCIA.....	29
Figura 21. Resultados del cruce de datos ÁREA DE CONOCIMIENTOS x CONSUMO DE CIENCIA.....	30
Figura 22. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x EDAD.....	30
Figura 23. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x NIVEL DE ESTUDIOS.....	31
Figura 24. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x ÁREA DE CONOCIMIENTOS.....	32
Figura 25. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x CONSUMO DE CIENCIA.....	32
Figura 26. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Dirías que la divulgación científica es importante para la sociedad?».....	34
Figura 27. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Es suficiente la divulgación que hacen las instituciones?».....	34
Figura 28. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Qué disciplina científica te resulta de mayor interés?».....	34
Figura 29. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Has oído hablar de la biotecnología?».....	34
Figura 30. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan menos confianza?».....	34
Figura 31. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan más interés?».....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla recopilatoria de los géneros de la muestra.....	40
Tabla 2. Tabla recopilatoria de los rangos de edad de la muestra.....	40
Tabla 3. Tabla recopilatoria del nivel de estudios de la muestra.....	40
Tabla 4. Tabla recopilatoria de las áreas de conocimiento de los encuestados.....	40
Tabla 5. Características de las puntuaciones obtenidas.....	20
Tabla 6. Recopilación de las preguntas más erradas del cuestionario.....	21
Tabla 7. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x GÉNERO.....	41
Tabla 8. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x RANGO DE EDAD.....	41
Tabla 9. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x NIVEL DE ESTUDIOS.....	42
Tabla 10. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x ÁREA DE CONOCIMIENTOS.....	42
Tabla 11. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x CONSUMO DE CIENCIA.....	43
Tabla 12. Tabla de contingencia EDAD x CONSUMO DE CIENCIA.....	43
Tabla 13. Tabla de contingencia NIVEL DE ESTUDIOS x CONSUMO DE CIENCIA.....	43
Tabla 14. Tabla de contingencia AREA DE CONOCIMIENTOS x CONSUMO DE CIENCIA.....	44
Tabla 15. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre edad y puntuación.....	30
Tabla 16. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre nivel de estudios y puntuación.....	31
Tabla 17. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre área de conocimientos y puntuación.....	31
Tabla 18. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre consumo de ciencia y puntuación.....	32
Tabla 19. Respuestas a la pregunta «¿Dirías que la divulgación científica es importante para la sociedad?».....	44
Tabla 20. Respuestas a la pregunta «¿Es suficiente la divulgación que hacen las instituciones?».....	44
Tabla 21. Respuestas a la pregunta «¿Qué disciplina científica te resulta de mayor interés?».....	44
Tabla 22. Respuestas a la pregunta «¿Has oído hablar de la biotecnología?».....	45
Tabla 23. Respuestas a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan menos confianza?».....	45
Tabla 24. Respuestas a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan más interés?».....	45

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DEL TEMA A TRATAR

En la historia reciente, la forma en la que la sociedad percibe la ciencia ha sido motivo de estudio mediante diversas encuestas como las de la *National Science Foundation* en los Estados Unidos (EE. UU.), los conocidos Eurobarómetros en Europa, y las encuestas bianuales de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España (EPSCT), realizadas por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). En el presente trabajo de investigación, se pretende complementar dichos estudios situando el foco esencialmente en la percepción pública de la biotecnología. En concreto, el abordaje experimental consiste en encuestar a una población heterogénea respecto a la información sobre biotecnología que puede haber recibido. De manera que este trabajo pretende evaluar el impacto de la divulgación científica en la sociedad, centrándose en la biotecnología.

Actualmente, es reseñable el esfuerzo que se está realizando en el ámbito público y académico por estrechar lazos entre ciencia y sociedad. De hecho, un ejemplo del cual se desprende la idea de que la ciencia debe hacerse con y para la sociedad, es el documento *Science with and for Society in Horizon 2020* de la Comisión Europea (*Publications Office of the European Union, 2020*), el cual promueve el trabajo conjunto de los diferentes sectores sociales durante el proceso de investigación y desarrollo. No obstante, a pesar del ya mencionado esfuerzo que se está llevando a cabo, surgen varias cuestiones al respecto: ¿Está siendo suficiente el empeño depositado? ¿Se están eligiendo las mejores vías y metodologías para divulgar ciencia? ¿La ciudadanía está satisfecha con la información que recibe? Si algo está claro, es que para poder alinear objetivos, previamente necesitamos profundizar en cómo se configura la percepción de la ciencia por la sociedad, conocer cuáles son las inquietudes de la gente y con ello tratar de implementar nuevas y mejoradas herramientas basadas en un enfoque nutrido por la participación ciudadana.

Con el fin de mejorar la interacción entre la sociedad y la ciencia, y en concreto con la biotecnología, parece lógico apostar por investigaciones capaces de recopilar información provechosa de cara a diseñar mejores estrategias divulgativas, y, en última instancia, presentar nuevas propuestas destinadas a mejorar las deficiencias observadas si las hubiera y que deberían formar parte de la agenda política.

1.2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA GLOBAL

El avance gradual del conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en un factor cultural imperante desde el arranque de la modernidad (Pardo, 2001), dando lugar a diferentes corrientes de opinión pública (Holton, 1993), ya sean a favor de los éxitos de la investigación científica o alimentando la desconfianza en sus resultados. Entre los filósofos que han defendido el avance de la ciencia y el racionalismo encontraríamos a Bertrand Russell o al propio Ortega y Gasset en España, mientras que, entre los que han alimentado la desconfianza tendríamos al filósofo Feyerabend y a toda la escuela postmodernista que llegaba a cuestionar la existencia de la realidad objetiva.

La idea de que una población científicamente bien informada es sinónimo de una sociedad avanzada ha gozado siempre de gran aceptación. A mediados del siglo XX, con objeto de mejorar la cultura científica de la población, se identificaron como estrategias beneficiosas la alfabetización científica de la educación formal y la comunicación de la ciencia. En un caso ideal, la comunicación científica debería ser capaz no solo de cubrir las necesidades culturales que nos definen como humanos, sino también las necesidades que tenemos como individuos obligados a desenvolvemos en el actual mundo tecnológico en el que vivimos (Lewenstein, 2010).

Ya avanzado el siglo XX, la política científica apostó por llevar a cabo sondeos acerca de la percepción pública de la ciencia con el objetivo de registrar información sobre el interés, conocimiento y posicionamiento ante los avances científicos por parte de los ciudadanos. El estudio considerado como fundador fue el informe Davis (1958), a partir del cual derivaron los indicadores de la *Science and Engineering Indicators* de la *National Science Foundation* en EE. UU., los Eurobarómetros en Europa y las encuestas bianuales del FECYT en España. La interpretación de los resultados de estas encuestas ha ido evolucionando con el tiempo, obteniendo conclusiones como que la diferencia entre poseer o no más conocimientos científicos radica en tener una actitud crítica hacia la ciencia, no siendo dicha actitud, en contra de lo que se pensaba, necesariamente positiva (Pardo, 2001).

En el siglo XXI cambia la perspectiva política y tiene lugar un mayor impulso de la interacción ciencia-sociedad por medio del fomento del diálogo y el debate público (Bauer *et al.*, 2007). Esto incita a incluir la opinión de la sociedad en el sistema de producción científica, favoreciendo así el desarrollo de sinergias entre el público y los científicos. En este contexto, cabe destacar el potencial para conectar comunidades que proporcionan las nuevas tecnologías. El desarrollo de internet y las redes sociales ha permitido la construcción de una «sociedad red» que ha revolucionado las formas de consumo de la información y potenciado la cultura de la participación vía online (Castells, 2001).

Así pues, el modelo actual de comunicación efectiva de la ciencia se desarrolla dentro del marco de la participación cooperativa, en el que los ciudadanos pueden expresar sus preferencias en cuanto a los contenidos que desean consumir, ser sujetos activos en el proceso divulgativo e incluso implicarse en proyectos científicos de manera sencilla. En este escenario, la presente investigación pretende emplear herramientas adaptadas a la era digital de la que formamos parte, para estudiar de forma directa la percepción social de la biotecnología.

1.3. BREVE HISTORIA DE LA BIOTECNOLOGÍA

1.3.1. LA BIOTECNOLOGÍA COMO CONCEPTO

Si a día de hoy tecleáramos el término «biotecnología» en cualquier buscador de internet e intentáramos hacer un compendio de todas las definiciones que nos aparecen, el resultado sería algo como: *La biotecnología es un campo de la ciencia que se dedica al estudio y aplicación de organismos vivos y sus procesos biológicos para desarrollar productos y servicios útiles para la humanidad.* Esto incluye además de la mejora genética clásica y procedimientos tradicionales como la elaboración de pan, vino, cerveza o de otros alimentos y productos fermentados, el uso de técnicas recombinantes de ADN para crear proteínas y otros productos biológicos, la modificación genética de organismos para mejorar características específicas, la producción de alimentos y medicamentos mediante ingeniería genética y el uso de microorganismos para el tratamiento de residuos tóxicos. En resumen, la biotecnología es un campo multidisciplinario que combina entre otras disciplinas la biología, la química y la ingeniería para desarrollar productos y procesos que mejoran la vida humana.

Dentro del ámbito científico, la palabra biotecnología ha ganado un significado y una importancia mayúscula durante las últimas décadas gracias al enorme potencial de esta para servir y beneficiar a la humanidad. Ahora bien, ¿La biotecnología es algo novedoso o ha estado siempre con nosotros? ¿Cómo y cuándo se determina el nacimiento de una nueva rama de la ciencia? El término biotecnología fue acuñado por primera vez por el ingeniero húngaro Károly Ereki en 1919, cuando lo introdujo en su libro *Biotecnología en la producción cárnica y láctea de una gran explotación agropecuaria.* ¿Podría considerarse este el comienzo de la biotecnología? No, puesto que esta definición incluye procesos que se hacen desde el inicio de la agricultura como la elaboración de bebidas alcohólicas.

1.3.2. IMPORTANCIA E IMPACTO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN BIOTECNOLÓGICA

La aplicación de la biotecnología, entendida como el uso de material vivo o productos biológicos para crear nuevos productos, nos ha acompañado desde tiempos inmemoriales, siendo una herramienta trascendental para la humanidad a lo largo de la historia.

Desde la antigüedad, las personas han utilizado el fenómeno de la fermentación para la producción de alimentos y bebidas como el pan, la cerveza y el vino, productos básicos en la alimentación de muchas sociedades. Con el tiempo, el uso de los microorganismos evolucionó y se utilizó para producir medicamentos en fermentadores, como es el caso de la penicilina, descubierta por Alexander Fleming en 1928, y convertida en un fármaco útil por Florey, Chain y Heatley, lo que supuso un antes y un después en el mundo de la medicina.

En la década de 1970, el advenimiento de la tecnología del ADN recombinante permitió la manipulación genética y la producción de proteínas en grandes cantidades. Este avance fue posible gracias a la investigación de Stanley Cohen y Herbert Boyer, quienes fueron los primeros en utilizar la tecnología del ADN recombinante. Este hito permitió posteriormente el desarrollo de la insulina humana recombinante, suponiendo no sólo una mejora abismal en la calidad de vida de las personas, sino también una reducción de la huella ambiental asociada con la producción de insulina dada la originaria necesidad de obtenerla a partir de fuentes animales.

La biotecnología también ha sido utilizada en la agricultura con objeto de mejorar la producción de alimentos y desarrollar cultivos resistentes a enfermedades y plagas entre otros fines. Uno de los ejemplos más llamativos de biotecnología agrícola fue el desarrollo del arroz dorado, un cultivo modificado genéticamente para producir vitamina A, llevado a cabo por Ingo Potrykus y Peter Beyer en la década de 1990. Además, la biotecnología también nos ofrece productos más saludables y beneficiosos. Entre ellos, se encuentran los lácteos con cultivos prebióticos, que promueven el equilibrio de nuestra microbiota intestinal y mejoran la digestión, los lácteos enriquecidos con isoflavonas, omega 3 y calcio, que nos ofrecen nutrientes adicionales que contribuyen a la salud ósea, la función cardiovascular y el equilibrio hormonal, las margarinas enriquecidas con fitoesteroles, las cuales ayudan a reducir los niveles de colesterol en la sangre, mejorando así la salud cardiovascular, etc.

Por otra parte, la biotecnología ha revolucionado la forma en que interactuamos con la salud y el bienestar. Algunos dispositivos basados en biotecnología se han convertido en herramientas esenciales en nuestras vidas. Los medidores de glucosa, por ejemplo, han permitido a las personas con diabetes monitorizar sus niveles de azúcar en sangre de manera rápida y sencilla, brindándoles un mayor control sobre su enfermedad. Los test de embarazo, utilizando tecnología bioquímica, proporcionan resultados precisos y confiables en cuestión de minutos, permitiendo a las mujeres conocer su estado de gestación en la comodidad de sus hogares. Asimismo, en medio de la pandemia de COVID-19, los test de antígenos basados en biotecnología se han vuelto fundamentales para la detección temprana y el control de la propagación del virus. Estos dispositivos ofrecen resultados rápidos y precisos, permitiendo identificar de forma eficiente los casos positivos y tomar las medidas necesarias para proteger a la comunidad. Estos avances basados en biotecnología demuestran cómo la innovación puede brindarnos herramientas poderosas para mejorar nuestra calidad de vida.

Además, la biotecnología ha sido empleada en la producción de biocombustibles, bioplásticos y otros productos sostenibles. El descubrimiento de enzimas capaces de degradar el plástico también es un ejemplo reciente de cómo la biotecnología puede contribuir a la solución de problemas ambientales. Y es que, en la actualidad, la biotecnología continúa avanzando y se espera que siga transformando la manera en que vivimos y trabajamos.

1.3.3. EFECTIVIDAD DE LA DIVULGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA DENTRO DEL DEBATE SOCIAL

Llegados a este punto, siendo la biotecnología una disciplina científica con tan suma presencia y relevancia en nuestras vidas, ¿Cómo es posible que en los últimos años hayamos vivido episodios extremadamente controversiales en relación a ciertos avances científicos? Este es por ejemplo el caso de la disputa entre los partícipes del movimiento antitransgénicos y los científicos defensores de los organismos modificados genéticamente (OMG), un tema que ha generado intensas polémicas en los tiempos recientes.

Un ejemplo claro del enfrentamiento entre estas dos perspectivas se vio reflejado cuando determinados grupos ecologistas lideraron una campaña contra el uso de OMG en la agricultura. Estos defendían que los cultivos transgénicos podían ser perjudiciales para la biodiversidad y el medio ambiente, llevando a cabo protestas y acciones directas de todo tipo con un alto impacto mediático. Los científicos por su parte argumentaron con datos objetivos que los cultivos modificados genéticamente eran seguros y podrían ayudar a resolver problemas como la inseguridad alimentaria y la pérdida de cultivos debido a enfermedades y plagas. Sin embargo, sus palabras tuvieron menos trascendencia en la opinión de gran parte del público.

Inevitablemente, el impacto de esta disputa en la percepción social fue bastante significativo. Por un lado, si bien es cierto que a raíz del enfrentamiento entre los detractores y defensores de los transgénicos se ha generado una mayor conciencia sobre el uso de los organismos modificados genéticamente y se ha impulsado un debate público sobre sus posibles efectos, desgraciadamente, también ha provocado una polarización en la opinión pública, con algunos grupos apoyando el uso de los OMG y otros oponiéndose rotundamente a ellos. Sin embargo, los claros vencedores de este «combate mediático» han sido los ecologistas, pues como hemos podido comprobar a lo largo de las últimas décadas, dicha victoria se ha visto traducida en el gran desafío que supone la toma de decisiones reguladoras en relación al cultivo y comercio de los transgénicos. Y la cuestión aquí es: ¿Por qué se fracasó en la lucha contra el movimiento antitransgénicos? ¿Se hizo todo lo posible por parte de los científicos para combatir la desinformación? ¿Se utilizaron estrategias divulgativas eficaces? ¿Cómo hubiera ayudado una divulgación científica más efectiva a reducir el impacto de campañas alarmistas contra los transgénicos?

Es cierto que los ecologistas apelaron en numerosas ocasiones al sentimentalismo y a la irracionalidad, lo cual es difícilmente combatible. Pero si los científicos y las organizaciones responsables hubieran proporcionado información precisa y accesible para todo el mundo sobre los posibles efectos de los OMG en el medio ambiente y la salud humana, la opinión pública podría haber sido más informada y menos propensa a ser influenciada por campañas alarmistas. La divulgación científica podría haber ayudado a reducir la polarización en el debate, fomentando un diálogo más constructivo y una evaluación más objetiva de los pros y los contras de los transgénicos. Además, si la información sobre los efectos de los transgénicos hubiera sido más accesible y comprensible, los reguladores podrían haber tomado decisiones más informadas sobre cómo regular su uso y evitar los posibles riesgos.

En resumen, la información precisa y accesible sobre los transgénicos y sus posibles consecuencias podría haber ayudado a reducir la incertidumbre y la desinformación, fomentar un diálogo más constructivo y contribuir a una regulación más efectiva.

Otro episodio bastante llamativo que hemos vivido hace relativamente poco es el de la alarma social generada a raíz de los bulos difundidos en relación a la COVID-19. La diseminación de información errónea y engañosa sobre las vacunas por parte de determinados medios y personas con un discurso de gran alcance, a menudo impulsada por teorías conspiratorias y desinformación en línea, socavó la confianza de muchas personas en la seguridad y eficacia de las vacunas contra la COVID-19.

A causa de esto, no pudo evitarse que muchos ciudadanos se cuestionaran la eficacia de las vacunas. De ahí la importancia de que la comunidad científica y los medios de comunicación continúen trabajando juntos para intentar, en la medida de lo posible, proporcionar información precisa, convincente y verificable sobre la seguridad y eficacia de las vacunas, y en general sobre cualquier tema susceptible de generar incertidumbre en la población.

Llegados a este punto, conviene reflexionar acerca de lo siguiente: ¿Estas situaciones de alarmismo social que hemos vivido podrían haber sido evitadas por medio de una divulgación más efectiva sobre temas relacionados con la biotecnología? ¿Cuál es la situación actual de la divulgación de esta rama del conocimiento? ¿Quién contribuye a ello y con qué medios?

1.3.4. ESTADO ACTUAL DE LA DIVULGACIÓN SOBRE BIOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA

En términos generales, existe una creciente conciencia sobre la importancia de la biotecnología y su capacidad para mejorar la vida de las personas y abordar desafíos sociales, lo que ha llevado a una mayor divulgación y educación en esta disciplina. Actualmente, hay numerosas iniciativas y programas educativos dirigidos a estudiantes y profesionales, incluyendo cursos, programas de formación, conferencias y talleres que fomentan la comprensión y el conocimiento sobre la biotecnología.

A pesar de los avances en la divulgación sobre conocimientos de biotecnología en el panorama formativo español, tal y como se ha visto reflejado en los últimos años con ejemplos como el de los transgénicos o las vacunas, todavía hay una cierta desconfianza y preocupación sobre temas básicos de biotecnología en algunos sectores de la sociedad, lo que pone de manifiesto la carencia en divulgación dirigida a un espectro poblacional externo al contexto científico. Ahora bien, ¿Por qué pese al esfuerzo que en términos generales se está depositando en divulgar biotecnología, todavía parece ser insuficiente para las personas alejadas del mundo de la ciencia?

1.3.5. LIMITANTES PARA UNA DIVULGACIÓN EFECTIVA SOBRE BIOTECNOLOGÍA

Hay varios aspectos que pueden ser considerados limitantes para la divulgación sobre biotecnología en España:

En primer lugar, encontramos el interés público. La divulgación científica requiere una audiencia interesada y dispuesta a escuchar y aprender sobre los avances en biotecnología. Sin embargo, muchas personas pueden sentir que la biotecnología es un tema complejo y lejano que no les afecta directamente.

En segundo lugar, tenemos el problema de la barrera lingüística. La biotecnología es un campo altamente técnico que requiere una gran comprensión de los conceptos y términos específicos. Esto puede ser un obstáculo para los esfuerzos de divulgación, especialmente si se utiliza un lenguaje técnico o científico que no es accesible para el público en general.

Por otra parte, se debe hacer frente a la escasez de recursos. Muchas instituciones y organizaciones científicas en España pueden carecer de los recursos necesarios para llevar a cabo programas de divulgación efectivos, incluyendo el personal y los fondos adecuados. A esto se suma la desigualdad en la distribución de los recursos, dado que la divulgación científica a menudo se concentra en áreas urbanas y en un número limitado de instituciones, dejando a muchas personas en zonas rurales con un acceso limitado a la información científica.

En resumen, la efectividad de la divulgación sobre biotecnología en España depende de una combinación de factores, incluyendo el grado de interés público, barreras lingüísticas, escasez de recursos y desigualdad en su distribución. De modo que es sumamente importante abordar estos desafíos para garantizar que la información científica sea accesible y comprensible para el público en general. Ahora bien, ¿Sólo existen limitantes para el acercamiento entre la biotecnología y la sociedad?

1.4. ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA

1.4.1. RAZONES Y CONSECUENCIAS DE LA DESCOORDINACIÓN ENTRE LOS AVANCES CIENTÍFICOS Y SU PERCEPCIÓN SOCIAL

En numerosos ámbitos, la ciencia evoluciona a ritmos vertiginosos, lo que puede derivar en conflictos relacionados con la aceptación social de determinados avances científicos. Aunque los conocimientos científicos son objetivos y basados en evidencia, su acogida social puede verse influenciada por factores como la cultura, la religión, la política y la percepción pública.

En España, existen algunos ejemplos concretos que ilustran esta dinámica entre la ciencia y la sociedad. Uno de los casos más prominentes es el debate sobre la investigación con células madre. Esta técnica ofrece la posibilidad de curar enfermedades y graves lesiones, pero también ha suscitado controversia debido a la polémica moral y ética que rodea a la obtención de células madre embrionarias. Otro ejemplo, tal y como se ha descrito con anterioridad, es el uso de técnicas de manipulación genética en la agricultura. La biotecnología agrícola ha permitido el desarrollo de cultivos más resistentes y productivos, pero ha suscitado preocupaciones sobre los efectos a largo plazo en el medio ambiente y la salud humana.

Como premisa de partida, empleamos estos ejemplos para mostrar que, aunque los avances científicos son objetivos y basados en evidencia, su aceptación social puede verse influenciada por factores subjetivos y culturales. Una frase célebre del famoso astrofísico y divulgador científico estadounidense Neil deGrasse Tyson, dice así: «Lo bueno de la ciencia es que es verdad, creas o no en ella». Esta frase tiene parte de razón y parte de peligro, dado que tan importante es que la ciencia funcione como que la gente la comprenda y la acepte. ¿Y por qué es tan importante que el pensamiento social avance al mismo tiempo que la tecnología? Porque el hecho de que la sociedad tarde en aceptar los avances científicos puede conllevar repercusiones negativas. Algunas de ellas son:

El retraso en el desarrollo tecnológico. Cuando la sociedad no acepta los avances científicos, puede retrasarse la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. Y esto puede llevar a una pérdida de oportunidades para el progreso y el bienestar de la sociedad.

Otro problema a tener en cuenta es la pérdida de inversión. Si la sociedad no acepta los avances científicos, puede disminuir la inversión en investigación y desarrollo. Y esto puede tener un impacto negativo en la economía limitando el avance de la ciencia y la tecnología. A su vez, este hecho puede derivar en la desigualdad social dado que algunos grupos pueden tener acceso a tecnologías avanzadas mientras que otros no.

Y finalmente, el inconveniente más temido, el fomento de la inseguridad y el miedo. La falta de aceptación de los avances científicos puede generar miedo y preocupación entre la población. Lo que puede llevar a una falta de confianza en la ciencia y la tecnología tal y como se describía anteriormente con los casos de los transgénicos y la COVID-19. En definitiva, cuando la sociedad tarda en aceptar los avances científicos, puede haber graves repercusiones en términos de progreso. De ahí la importancia de fomentar la comunicación y el diálogo entre ciencia y sociedad para abordar estos desafíos y garantizar que los avances científicos se utilicen de manera responsable y ética para mejorar el bienestar de la sociedad.

1.4.2. DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA A LA CULTURA CIENTÍFICA

La ciencia se ha posicionado como uno de los principales elementos constituyentes de nuestro sofisticado modo de vida.

Generalmente, las iniciativas llevadas a cabo para realizar estudios sobre la percepción social de la ciencia oscilan en torno a la idea de la existencia de una brecha entre ciencia y sociedad que debe acortarse, plasmada por el filósofo John Dewey en un artículo en el que fomentaba la actitud científica (Dewey, 1934). Dicho artículo sirvió como punto de inflexión para el inicio de las primeras encuestas realizadas por algunos docentes con el objetivo de medir los conocimientos sobre ciencia y el método científico en alumnos de diferentes niveles educativos, comenzando por sondeos de carácter local (Miller, 1983).

Posteriormente, en un contexto de deslegitimización de la ciencia resultado de la influencia de corrientes intelectuales como el ecologismo o el postmodernismo, junto a la creciente necesidad de financiación en ciencia, se aviva el interés por los estudios de percepción social de la ciencia. En el ámbito anglosajón, los estudios de alfabetización científica promovidos por los poderes públicos son ahora orientados a la justificación de las inversiones gubernamentales en ciencia. Estas iniciativas tienen la pretensión de definir qué se entiende por una persona alfabetizada científicamente.

1.4.3. PRESUPUESTOS TEÓRICOS

Como se ha mencionado previamente, si se analiza la literatura especializada al respecto, existe consenso en situar el comienzo de los estudios sobre la percepción social de la ciencia con el documento *The Public Impact of Science in the Media* (1958), usualmente conocido como informe Davis, un análisis que recopila resultados de encuestas realizadas a la población estadounidense en el año 1957 y que es considerado el documento fundacional que sirve de inspiración para posteriores sondeos.

De acuerdo con los principales estudios de este tipo, puede extraerse que a grandes rasgos, sus objetivos consisten en el análisis de: el conocimiento sobre ciencia, el grado de interés del público por la ciencia, las fuentes y modos de adquisición de la información, así como la actitud o predisposición ante determinados aspectos relativos a la ciencia.

Desde los inicios, las encuestas se estructuran siendo su principal objetivo la estimación del grado de consentimiento del público con la ciencia bajo el supuesto, posteriormente cuestionado, de que las actitudes favorables hacia la ciencia varían en función del grado de conocimiento sobre esta de modo que: a mayor grado de conocimiento científico, mayor simpatía hacia la ciencia. Se parte así de una concepción en la que se prioriza la cuantificación de la alfabetización científica (Montañés, 2011).

1.4.4. LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Existe una extraordinaria complejidad en los intentos de conceptualización del campo de estudio de la percepción social de la ciencia, sobre todo si se amplía la perspectiva, más allá de establecer pautas para medir meros conocimientos, y se trata de incluir en la discusión la realidad social y cognitiva de los individuos. Las conceptualizaciones comienzan en torno a la etiqueta inicial de «alfabetización científica», utilizada desde la década de 1930 en Estados Unidos. A partir de entonces se han propuesto numerosas definiciones para el término a lo largo del tiempo, hasta el punto de que, en un volumen recopilatorio publicado por la UNESCO en 1994, se llegan a recoger cerca de 200 definiciones (Laspra, 2015; Layton *et al.*, 1994).

Por ejemplo, una definición ilustrativa de la *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) propone que «una persona alfabetizada científicamente tiene que ser capaz de leer artículos de periódicos sobre ciencia, discutir sobre temas científicos actuales, documentarse por sí misma y leer e interpretar gráficos» (AAAS, 1986). Otras definiciones abarcan, más allá de poseer conocimientos sobre ciencia, saber manejarlos, relacionarlos y vertebrar un pensamiento crítico; lo que denotaría un esquema mental con cierta sofisticación capaz de establecer relaciones complejas empleando conocimientos científicos. En general, las distintas aproximaciones teóricas han tratado de responder a la siguiente pregunta: ¿Cuándo puede considerarse una persona alfabetizada científicamente?

La definición de referencia en la literatura especializada para determinar lo que se considera un ciudadano científicamente alfabetizado fue enunciada en los años 80 por el politólogo y sociólogo Jon Miller, principal responsable de diseñar y monitorizar las encuestas para los estudios de comprensión y actitudes hacia la ciencia en los *Science Indicators* de Estados Unidos. Para concebirla, prestó atención a los cuestionarios que se habían llevado a cabo hasta entonces y determinó tres requisitos para definir al individuo alfabetizado científicamente, sumados a un cuarto que fue añadido posteriormente, según los cuales debe poseer: (1) conocimiento de los hechos básicos sobre la ciencia contenidos en los libros de texto; (2) comprensión de los métodos científicos, incluyendo el diseño experimental y el razonamiento probabilístico; (3) apreciación de los resultados positivos de la ciencia y la tecnología; y (4) rechazo de creencias supersticiosas como la astrología o la numerología (Bauer *et al.*, 2007; Miller, 1983; 1998). La persona científicamente alfabetizada también sería respetuosa con la experiencia legítima de los científicos a la vez que consciente de sus limitaciones y debilidades, con conciencia sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, siendo este último aspecto esencial para poder debatir sobre las agendas de investigación (AAAS, 1986; Bybee, 1997; Gabel, 1976; Miller, 1983, 1998; Pella, *et al.*, 1966; Shamos, 1995; Shen, 1975; Thomas & Durant, 1987).

Entre las conceptualizaciones de los autores se distinguen distintos tipos de alfabetización, suscitando un destacable atractivo la propuesta por Shen (1975), porque además de resultar un buen punto de partida para evaluar la comprensión pública de la ciencia (Miller, 2014) la mayoría de los esfuerzos subsiguientes básicamente han replanteado o ampliado estas categorías (Lewenstein, 1995). El autor propone los siguientes tres tipos: (1) la alfabetización científica práctica, centrada en el rol del consumidor y entendida como la habilidad para elegir entre opciones en vistas a mejorar el nivel de vida que involucran cuestiones de salud, trabajo y consumo; (2) la alfabetización científica cívica, centrada en el rol del ciudadano y que estipula el nivel de comprensión necesario para entender y participar en debates de políticas públicas que involucren aspectos de la ciencia y la tecnología basándose en la evidencia científica disponible, en especial los que son objeto de controversia; y (3) la alfabetización científica cultural, considerando la comprensión de la ciencia como un aspecto de la cultura humana, impulsada por la curiosidad y relacionada con otras formas de conocimiento.

En particular, Miller centra su trabajo en la definición y medición de este segundo tipo, el de carácter cívico, al considerarlo indispensable para un modelo de toma de decisiones colectivas en sistemas democráticos. Propone a su vez una definición que se mantiene vigente en las encuestas hasta la actualidad, para la que concibe la alfabetización cívica como un constructo de tres dimensiones que incluye: (1) un vocabulario básico de términos y conceptos científicos; (2) la comprensión de los procesos o de las bases empíricas de la ciencia; y (3) algún grado de conciencia del impacto de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad (Miller, 1998).

Sumado a ello, las reflexiones de Miller en la última década han dado un giro que contempla el marco de la sociedad digital, en la que el ciudadano está expuesto a torrentes de información, por lo que la alfabetización científica debe, además, «ser conceptualizada como la adquisición de un conjunto de constructos o herramientas que permiten a un individuo comprender y dar sentido a la nueva información científica» (Miller, 2014). Es decir, saber discriminar e integrar nueva información.

Este enfoque tendría especial utilidad a la hora de orientar tanto el aprendizaje formal que ofrecen los educadores de distintos niveles, como el informal, llevado a cabo por comunicadores o centros dedicados a la divulgación de la ciencia. Por otro lado, pretender que la totalidad de la población alcance lo que Shamos (1995) denomina «alfabetización científica verdadera» (un escenario en el que todos los individuos posean altos conocimientos técnicos) es un objetivo irreal que el propio autor admite. En ello coinciden Thomas y Durant, quienes tampoco creen posible una sociedad completamente formada por científicos expertos, pero consideran, como el resto de los académicos, que alcanzar cierto nivel mínimo es indispensable para la toma de decisiones en las sociedades democráticas (Thomas & Durant, 1987).

Esto invita a preguntarse cuál debe ser el «nivel mínimo de alfabetización científica», una cuestión que puede responderse en base a la definición aportada en cada caso, es decir, una vez establecidos los criterios para conceptualizar la alfabetización científica por cada autor. Por ejemplo, Shen (1975) sitúa ese mínimo en la capacidad de comprender lo esencial al leer artículos en prensa con contenido científico e incluso que contengan argumentos en torno a controversias científicas, mientras que Miller (1983), por su parte, añade además la capacidad de evaluar tales argumentos.

1.4.5. MODELO DE DÉFICIT COGNITIVO

Desde el punto de vista histórico, a mediados del siglo XVIII científicos y filósofos asignan al público un papel subordinado y pasivo frente a la autoridad de los expertos. Este rol que sitúa al público como un colectivo ignorante, seguirá vigente en adelante y servirá de pilar para sustentar el «modelo del déficit cognitivo». Ya en el siglo XX, se manifiesta una necesidad por educar en ciencia a la población que es competencia del Estado y se inician estrategias de alfabetización científica, en especial a partir del informe Davis (1958), en el que se detectó un bajo nivel de alfabetización científica en la población estadounidense.

El concepto de déficit en este contexto hace referencia a una carencia de información en el público (Durant *et al.*, 1992). El conocimiento científico fluye así de manera unidireccional, desde la autoridad científica hasta los ciudadanos, pasando por determinados mediadores como la prensa o los educadores. Estos mediadores asumen el papel de traductores de los aspectos técnicos de la ciencia a un lenguaje más sencillo y accesible, relegando a segundo plano el contexto social de la ciencia. Conviene matizar que el conocimiento científico se concibe aquí como algo consolidado y definitivo, centrado esencialmente en la transmisión de los contenidos formales y, en menor medida, de los métodos y procesos de la ciencia (Montañés, 2011). Además, se asume que «al carecer de una comprensión adecuada de los hechos relevantes, las personas recurren a creencias místicas y temores irracionales de lo desconocido» (Sturgis & Allum, 2004). Frente a lo expuesto, multitud de expertos han sido críticos con la idea de que la falta de conocimiento es responsable de las actitudes negativas hacia la ciencia y que, por tanto, instruir a los ciudadanos debe ser suficiente para un público que presenta tales deficiencias (Sturgis & Allum, 2004).

Por otro lado, Ziman (1991) añade que el modelo del déficit trata de interpretar la situación únicamente en términos de ignorancia pública o analfabetismo científico, lo que no proporciona el marco analítico adecuado para realizar los estudios de percepción de la ciencia para los cuales se requiere una propuesta más elaborada que tenga en cuenta factores contextuales. La comprensión de la ciencia, como señalan por ejemplo Irwin y Wynne (1996), depende crucialmente del contexto social en el que opera el conocimiento.

Además, frente a la perspectiva de adoptar una estrategia que consiste en colmar al público de conocimientos sin prestar atención a sus demandas, la postura que sostiene el modelo se ha calificado de denigrante y condescendiente, conclusión que puede encontrarse en el informe *Public Understanding of Science* (Royal Society, 1985).

En la misma línea, Pardo (2014) apunta que se trata de un enfoque paternalista e interesado, de modo que «La razón principal de la difusión del conocimiento científico al público no estaba dirigida al empoderamiento de los ciudadanos, sino a disolver sus ansiedades y consentir» (Pardo, 2014). Ante este panorama emerge la idea de que «los científicos necesitan entender al público, de ahí la importancia del diálogo y el compromiso» (Bodmer, 2010).

1.4.6. CUANTIFICACIÓN

Como ya ha sido mencionado con anterioridad, el estado de la relación entre ciencia y sociedad se ha investigado repetidamente mediante estudios cuantitativos a través de encuestas a gran escala sobre muestras aleatorias de la población en distintos países. Los resultados de estas iniciativas se consideran útiles para enriquecer las políticas públicas, replantear los mecanismos de comunicación científica y concienciar a la propia comunidad científica. Sin embargo, debe señalarse que existe una distancia entre lo que se pretende medir en teoría y lo que efectivamente miden los distintos indicadores de percepción social de la ciencia que genera insatisfacción entre los expertos. En principio los cuestionarios se diseñaron para efectuar medidas de alfabetización científica, aunque de forma más reciente también se ha tratado de incorporar la dimensión social en estudios posteriores.

En esta parte se repasan los principales sondeos llevados a cabo desde mediados del siglo XX para entender, a grandes rasgos, qué se pretende medir y cuáles son las limitaciones que se presentan.

1.4.6.1. EL INFORME DAVIS

En 1957 Ronald C. Davis realizó una encuesta a la población estadounidense bajo demanda de la *National Association of Science Writers* (NASW) con el propósito de medir la proporción de las audiencias y los patrones de consumo de noticias científicas. El estudio contó con 1.919 entrevistas a nivel nacional, tras una primera fase experimental de 200 que sirvió para optimizar el cuestionario. Tal y como se ha avanzado previamente, el informe resultante, *The Public Impact of Science in the Mass Media* o informe Davis (1958), constituye el documento fundacional de los posteriores estudios a gran escala en materia de comprensión y percepción social de la ciencia.

El objetivo general del sondeo era contribuir a la comprensión del proceso de comunicación de masas y evaluar su estado en ese momento, resultando de utilidad para incrementar la efectividad en las comunicaciones al público no especializado. Para llevar a cabo la encuesta, se destaca el hecho de que los entrevistados no estaban al corriente de que el eje central de la encuesta era la ciencia. Además, al inicio de esta se proporcionaba una definición sobre qué se entendía por ciencia para situar al encuestado. Sobre esta base, se construye el resto de la encuesta. En el informe resultante se tratan de medir estas tres variables: conocimiento, interés y actitudes. En primer lugar, las medidas de conocimiento se apoyan en la familiaridad respecto a cuatro temas científicos de la actualidad en las noticias científicas de la época: la vacuna de la polio, la fluorización, la radiación y los satélites espaciales, temas que se presentan con una dificultad ascendente, siendo el último el más difícil. El informe planteó estos cuatro temas con el pretexto de estudiar las «habilidades» adquiridas por el individuo a través de la educación o bien de la información previa que había recibido, siendo estas las herramientas intelectuales identificadas para afrontar el consumo de noticias científicas. Se trató así de analizar por qué el individuo consumía noticias científicas y cómo; examinando los canales de comunicación y las formas en que podía presentarse la información.

Otro aspecto interesante en la encuesta es una clasificación mediante la cual se trató de identificar el tipo de motivación mostrado por los encuestados para estimar el grado de propensión a la ciencia mediante una escala que incluía los roles de «entusiasta», «activo», «ocasional» y «desinteresado». Los entusiastas se definen como aquellos que leen todo o algo y quieren más ciencia;

los activos son aquellos que leen todo o algo y quieren la misma cantidad; los de tipo ocasional son aquellos que echan un vistazo a la ciencia y quieren lo mismo o más; y el grupo desinteresado incluye a todos aquellos que omiten la ciencia o quieren menos. (Davis, 1958).

Según los resultados que se recogen en el informe Davis, se admitía de forma generalizada el triunfo de la ciencia en su tarea de comprender el mundo, e incluso predominaba la creencia de que con ella se puede abordar cualquier tipo de problema. La ciencia era concebida como una entidad beneficiosa con científicos dedicados a «buenos» fines, aunque en períodos de crisis esta imagen podía variar y ser más negativa. Cuando además se pidió a los encuestados hacer un balance de los efectos de la ciencia en el mundo, se enfatizaron los positivos: mejoras en la salud, el nivel de vida y el avance tecnológico, mientras que los efectos negativos eran asignados al potencial destructivo de la energía atómica. En cualquier caso, no se responsabilizó a ningún grupo concreto ni se atribuyó culpa a los científicos: «El propio científico es visto como una persona inteligente, educada, trabajadora y dedicada. Una pequeña minoría ve más rasgos negativos, como la ineptitud social o la excentricidad» (Davis, 1958).

En conjunto, la aproximación a la percepción social de la ciencia que efectúa el informe Davis era ya bastante completa, revelando en el diseño del cuestionario gran parte de las preocupaciones que se formularon de forma explícita, pese a que los presupuestos teóricos que sustentaban las preguntas fueran más o menos acertados. A partir de entonces, Miller se basa en el informe Davis para elaborar los cuestionarios de la *National Science Foundation* expuestos a continuación.

1.4.6.2. SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS

En Estados Unidos, los *Science and Engineering Indicators* producidos por la National Science Foundation son estudios periódicos que combinan indicadores de rendimiento científico con indicadores de percepción social de la ciencia. Según Montañés (2011), pueden distinguirse varias etapas en la historia de los *Science and Engineering Indicators*.

Entre 1972 y 1976, estaban orientados a investigar las actitudes hacia la ciencia y el estatus social de los científicos, así como las preferencias ciudadanas respecto al gasto en ciencia.

A partir de 1979, comienzan a dirigirlos Jon Miller y Linda Kimmel, y en ellos se trata de evaluar el interés en noticias de ciencia, el conocimiento (al que se le otorga mayor relevancia) y las actitudes, proporcionando además atención a las controversias científicas y a las medidas sobre las expectativas de participación de la ciudadanía. En particular, Miller aplicó en 1979 las ideas de alfabetización científica en las mediciones, inspirándose en el informe Davis, para estimar la proporción de adultos estadounidenses que podían calificarse como científicamente alfabetizados (Miller, 1998).

Por otro lado, a partir de 1979, en los *Science and Engineering Indicators* se propuso una importante clasificación del público en función su interés por la ciencia: (1) el «público atento», interesado e informado sobre los nuevos descubrimientos e inventos y tecnologías; (2) el «público interesado» con gran interés pero que no se consideraba bien informado; y (3) el «público residual», conformado por el resto de encuestados.

Tras el transcurso de los años, se han revisado en numerosas ocasiones los resultados de estas encuestas y se han expresado dudas acerca de la fiabilidad de la metodología empleada (Bauer *et al.*, 2007; Miller, 1998; Pardo & Calvo, 2002).

1.4.6.3. LOS EUROBARÓMETROS

Desde 1974, la Comisión Europea monitoriza la evolución de la opinión pública de los Estados Miembros a través de los Eurobarómetros, siendo la fuente de los datos entrevistas a ciudadanos en distintos países. Ocasionalmente, también se realizan los denominados *Special Eurobarometers*, sondeos específicos diseñados para medir la opinión pública europea en materia de ciencia y tecnología.

Los Eurobarómetros son los estudios por excelencia que han mostrado que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología no dependen exclusivamente del nivel de conocimiento científico. Los ciudadanos europeos se muestran como una sociedad consciente de los potenciales efectos negativos de la ciencia, aunque no mantienen una visión necesariamente negativa de entrada (Muñoz van den Eynde, 2014), es decir, pueden percibir beneficios y al mismo tiempo mostrar reservas (Miller *et al.*, 1997).

Uno de los sondeos que merece especial atención es el Eurobarómetro EB-QS del 2008 que consistió, a diferencia del resto, en un estudio cualitativo con preguntas de formato abierto sobre una muestra de 27 grupos de discusión acerca de la imagen de la ciencia y las políticas de investigación en países de la Unión Europea. Los encuestados definieron la ciencia refiriéndose a resultados de investigación y a beneficios específicos pero apenas se mencionaron conceptos como racionalidad, rigor o método científico. La ciencia se percibía como difícil y restringida, siendo los motivos que despertaban el interés en la misma tanto intelectuales como relacionados con sus beneficios.

Respecto a las fuentes de información, hubo consenso en que la calidad en el tratamiento de los temas científicos por parte de los medios no era adecuada. En cambio, mayoritariamente entre los jóvenes, internet era visto como un medio para obtener información más detallada una vez despertado el interés a través de otros canales. Cabe señalar además que la fuente para informarse de la actualidad científica era, principalmente, el «boca-a-boca».

En general, de igual forma que en los estudios de la *National Science Foundation*, también se ha dedicado ríos de tinta a revisar los resultados de los Eurobarómetros, siendo muchos los académicos que han cuestionado la metodología empleada (Bauer *et al.*, 1994; Pardo & Calvo, 2002). Por ejemplo, una cuestión que ha generado particular descontento es que no se preguntara de forma regular sobre el significado de estudiar algo científicamente o sobre qué caracteriza la experimentación. Este tipo de discrepancias en ocasiones no ha permitido rastrear tendencias apropiadamente a lo largo del tiempo, sino que los ha hecho difícilmente comparables entre sí y con los *Science and Engineering Indicators*. Sumado a ello, también se ha apuntado que «las preguntas incluidas en estos estudios son muy generales y presentan afirmaciones aceptadas por la mayoría de la población» (Muñoz van den Eynde, 2012).

1.4.6.4. ENCUESTAS BIANUALES FECYT

Desde el año 2002, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) realiza una encuesta inspirada en los Eurobarómetros cada dos años. A nivel general, la encuesta se compone de una amplia variedad de preguntas y está diseñada para recopilar información representativa de la percepción social sobre la ciencia y la tecnología en España. Sin embargo, la comparabilidad entre ediciones es limitada debido a los cambios que han sufrido los cuestionarios, por ejemplo, en la redacción de enunciados y en la escala de respuestas, lo que dificulta hacer comparaciones entre preguntas similares de distintos años (Laspra, 2015). Como caso ilustrativo, en la última versión de la encuesta realizada en 2022, las preguntas incorporan en esta ocasión una opción de respuesta «No sabe», al contrario que en pasadas ediciones.

La encuesta en sí consta de preguntas cerradas, de opción múltiple y algunas preguntas abiertas. Las preguntas de opción múltiple están diseñadas para medir el grado de conocimiento y la opinión de la población sobre temas científicos y tecnológicos específicos, así como para recopilar información sobre las actitudes y opiniones de la población en relación con la ciencia y la tecnología en general. También hay preguntas abiertas que permiten a los encuestados desarrollar sus opiniones y explicar sus respuestas con más detalle, lo que puede proporcionar información más profunda y detallada sobre la percepción de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

En cuanto a las características técnicas de esta encuesta, podemos destacar que es un estudio de tipo cuantitativo, donde la técnica de recopilación de información empleada es la entrevista personal domiciliaria y el universo de análisis es la población española y residente en España durante 5 o más años, con edades a partir de los 15 años y que habite en hogares de todo el territorio nacional (Península, Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla).

Algunas de las conclusiones más relevantes que se han extraído de esta son que el interés por la Ciencia y Tecnología declarado de forma espontánea es de nuevo mayor entre los hombres (16,7%) que entre las mujeres (8,3%), que el interés por estas temáticas desciende a medida que la edad de la ciudadanía se incrementa, de tal forma el mayor interés por la Ciencia y Tecnología se registra entre las personas de 15 a 24 años (17,0%) y el menor en las personas de más de 64 años (7,4%), y que, en lo que al nivel de formación se refiere, cuanto mayor es el nivel de estudios finalizados aumenta el interés por los temas científicos y tecnológicos.

2. OBJETIVOS

Dado el gran impacto social de los avances biotecnológicos y la importancia de su adecuada divulgación, con el fin último de una correcta aceptación de estos por parte de la población general, los principales objetivos de este estudio son los siguientes:

- 1) Evaluar el nivel de conocimientos sobre biotecnología que tiene la población general.
- 2) Analizar si existe relación entre el nivel de conocimientos sobre biotecnología (puntuación obtenida en el cuestionario) y diversas características de los ciudadanos como: el género, la edad, el nivel de estudios y el área de formación académica.
- 3) Estudiar la posible relación existente entre la frecuencia de consumo de divulgación científica y otra serie de variables de los encuestados como: el área de formación académica, la edad, el nivel de estudios y la puntuación obtenida.
- 4) Obtener la opinión de la gente acerca de la divulgación científica efectuada por las instituciones públicas.
- 5) Averiguar las disciplinas científicas de mayor interés para la población.
- 6) Consultar cuáles son los temas biotecnológicos que menos confianza transmiten a la población.
- 7) Consultar cuáles son los campos biotecnológicos que más interés suscitan en la población.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

En el presente estudio, la población objetivo abarca a cualquier persona que pueda haber sido susceptible de recibir información sobre biotecnología y que tenga acceso a la herramienta de *Google Forms* para responder al cuestionario, independientemente de su edad, género, nivel académico o área de formación. La selección de la muestra fue aleatoria y el universo muestral final consta de 116 encuestados.

En lo referido al género, se encontró una clara predominancia del género femenino en la muestra, con un 62.9% de participación, mientras que el género masculino representó tan solo el 37.1% (Tabla 1 en anexo, Figura 1).

En cuanto a la distribución por edad, se vio que el grupo más numeroso en la muestra es el que tenía entre 18 y 30 años, con un 39.7%, seguido del grupo entre 31 y 50 años, con un 24.1%. Por otro lado, el grupo con menor presencia en la muestra fue el de personas mayores de 65 años, con solo un 2.6%. El grupo de personas menores de 18 años fue de un 14.7% (Tabla 2 del anexo, Figura 2).

En lo que se refiere al nivel académico, se detectó que el mayor porcentaje de encuestados tenía estudios universitarios, con un 38.8%, seguido de aquellos con bachillerato, con un 24.1%, y un 20.7% que tenía un máster. Por otro lado, el grupo con menor representación en la muestra fueron aquellas personas con educación primaria, con solo un 2.6%, y aquellas con doctorado, con un 1.7% (Tabla 3 en anexo, Figura 3).

Por último, en relación al área de formación académica, se halló que la mayoría de los encuestados habían estudiado ciencias sociales, con un 25.9%, seguido de aquellos que habían estudiado algo relacionado con las ciencias de la salud, con un 23.3%. El grupo con menor representación fue aquel que había estudiado algo relacionado con el arte, la danza o el diseño, con solo un 2.6%. Un 3.4% de los encuestados no supo o no quiso responder esta pregunta (Tabla 4 en anexo, Figura 4).

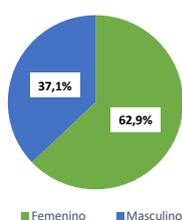


Figura 1. Gráfico circular de los géneros de la muestra.

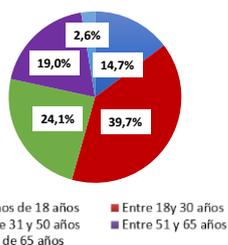


Figura 2. Gráfico circular de los rangos de edad de la muestra.



Figura 3. Gráfico circular del nivel de estudios de la muestra.

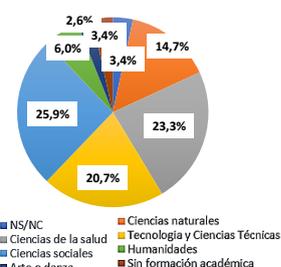


Figura 4. Gráfico circular de las áreas de conocimiento de la muestra.

3.2. DISEÑO DE LA ENCUESTA

La encuesta tuvo como objetivo la cuantificación de los conocimientos que la población posee acerca de la biotecnología, así como la exploración de sus opiniones y preferencias respecto al consumo de divulgación científica. Para la realización de la encuesta, se empleó una metodología autoadministrada a través del formulario de *Google Forms*, con preguntas de opción múltiple y respuesta abierta. En concreto, se diseñó un cuestionario de 28 preguntas, dividido en tres secciones.

En la primera sección, se buscó conocer el perfil del encuestado por medio de 6 cuestiones, solicitando información sobre el género, la edad, el nivel de estudios, la formación académica y la ocupación. Esta sección permitió caracterizar el universo muestral y su representatividad, lo que a su vez facilitó el análisis de los resultados y la identificación de correlaciones de interés. Los resultados de dicha sección son los que se plasman en el apartado previo de «población y muestra».

En la segunda sección, se presentaron 13 preguntas orientadas a estimar el nivel de conocimientos de los encuestados sobre biotecnología, aunque tan solo 10 de ellas eran puntuables. Para ello, se abordaron conceptos básicos, nomenclaturas del ámbito biotecnológico, enunciados e hitos importantes de la historia de la biotecnología. La finalidad de esta sección fue averiguar cuánto sabe la población sobre biotecnología y la cultura que envuelve a esta.

En la tercera sección, se presentaron 9 preguntas enfocadas a conocer las preferencias de la población en cuanto al consumo de divulgación científica y su grado de satisfacción respecto a la divulgación que se hace actualmente en el panorama nacional.

Finalmente, cabe destacar que todas las cuestiones contuvieron la opción «No sabe / No contesta» (NS/NC) con el fin de reducir al máximo el efecto Dunning-Kruger, permitiendo así en el análisis de los resultados, distinguir entre aquellas personas que son conscientes de su falta de conocimiento o aquellos que sobreestiman su conocimiento pero este es erróneo (Kruger & Dunning, 1999).

En definitiva, el diseño de la encuesta ha permitido obtener una amplia muestra de información relevante acerca de los conocimientos, opiniones y preferencias de la población en relación a la biotecnología y la divulgación científica, lo que resulta de gran valor para la toma de decisiones y el diseño de políticas en este ámbito.

3.3. PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA DE DATOS Y LIMITACIONES

La encuesta se distribuyó a través de diferentes grupos en la aplicación de *WhatsApp*, solicitando la participación voluntaria de aquellos interesados. Asimismo, se les pidió que compartieran la encuesta con familiares y conocidos, con el propósito de mejorar el alcance y la heterogeneidad de las respuestas.

El acceso a la encuesta fue posible mediante un enlace que conducía directamente al cuestionario en línea, alojado en la plataforma segura de recolección de datos de *Google Forms*. Los participantes tuvieron la posibilidad de responder a la encuesta sin limitación de tiempo y sin restricciones para desplazarse entre las distintas preguntas, siendo únicamente obligatoria la cuestión referida a la consulta sobre el nivel de estudios del encuestado en la primera sección.

3.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Antes de llevar a cabo la presente encuesta, se tuvieron en cuenta una serie de consideraciones éticas necesarias para garantizar la protección de los participantes.

Se les informó de manera clara y precisa acerca de los objetivos y la naturaleza del cuestionario, así como de su carácter voluntario y anónimo.

Se aseguró que los resultados de la encuesta se utilizarían exclusivamente para fines académicos, evitando que los participantes se sintieran evaluados o cuestionados en ningún momento. Además, se les transmitió que sus respuestas serían tratadas de manera confidencial y que su información personal no sería compartida con terceros sin su consentimiento explícito. Específicamente, se hizo hincapié en que únicamente se requería el correo electrónico para la gestión de las respuestas, pero que no se utilizaría dicha información para ninguna otra finalidad.

Además, se garantizó que la encuesta se ajustaría a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (*WMA - The World Medical Association-Declaración de Helsinki, s. f.*) y se respetó el derecho de los participantes a retirarse de la encuesta en cualquier momento sin necesidad de dar explicaciones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo tiene como objetivos el análisis de los conocimientos que la población posee acerca de la biotecnología, así como la exploración de sus opiniones y preferencias respecto al consumo de divulgación científica. Para ello, tal y como se ha descrito detalladamente en el apartado de materiales y métodos, se llevó a cabo una encuesta dividida en tres secciones, cuyos resultados serán analizados y discutidos a continuación.

4.1. ANÁLISIS DE DATOS

Después de recopilar las respuestas de los 116 participantes a través de *Google Forms*, se obtuvo una base de datos en bruto a través del programa Excel de Microsoft Office 2016 (en adelante, Excel), que consistía en respuestas escritas (Figura 5). Para poder analizar los datos con el software IBM SPSS Statistics 21.0 (en adelante, SPSS), se convirtió la base de datos original en una versión íntegramente numérica, asignando valores numéricos a las distintas respuestas, como se hizo con el ejemplo del género («Femenino» = 1,00 y «Masculino» = 2,00) (Figura 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Marca temporal	Dirección de correo electrónico	Puntuación	¿Con qué género te identificas?	¿Sabemos qué está fe...	¿Cuál es tu nivel de e...	¿A qué rama del conc...	¿Cuál es tu ocupació...	¿Cómo has tenido co...	¿Has oído hablar de l...	¿Cuál dirías que es
2	2/8/2023 19:08:26		7 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Ciencias sociales: Soc	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
3	2/8/2023 19:32:52		8 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Máster.	Ciencias de la salud: I	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
4	2/8/2023 19:36:48		5 / 28	Masculino.	Entre 18 y 30 años.	Grado medio o superior	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Creo que sí, pero no e	NS/NC.
5	2/8/2023 19:45:14		4 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Ciencias sociales: Soc	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama verde.
6	2/8/2023 20:04:27		8 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Ciencias de la salud: I	Desempleado.	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
7	2/8/2023 20:08:02		6 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Ciencias de la salud: I	Trabajador por cuenta	Otro.	Sí, aunque solo tengo	NS/NC.
8	2/8/2023 20:08:27		7 / 28	Masculino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, y sé perfectamente	La rama blanca.
9	2/8/2023 20:16:06		7 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Ciencias de la salud: I	Desempleado.	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
10	2/8/2023 21:43:40		6 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Máster.	Ciencias de la salud: I	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, y sé perfectamente	La rama gris.
11	2/8/2023 21:44:24		7 / 28	Masculino.	Entre 18 y 30 años.	Máster.	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Redes sociales.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
12	2/8/2023 21:49:22		4 / 28	Masculino.	Entre 31 y 50 años.	Máster.	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Redes sociales.	Sí, aunque solo tengo	La rama roja.
13	2/8/2023 21:49:34		10 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Ciencias de la salud: I	Estudiante.	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	NS/NC.
14	2/8/2023 21:53:07		8 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Máster.	Ciencias de la salud: I	Trabajador por cuenta	Otro.	Sí, aunque solo tengo	NS/NC.
15	2/8/2023 21:53:45		7 / 28	Masculino.	Entre 31 y 50 años.	Estudios universitarios	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	No, nunca.	La rama roja.
16	2/8/2023 21:53:50		7 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Bachillerato.	Ciencias de la salud: I	Estudiante.	Otro.	Creo que sí, pero no e	NS/NC.
17	2/8/2023 21:56:22		5 / 28	Masculino.	Entre 31 y 50 años.	Máster.	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama verde.
18	2/8/2023 21:59:20		8 / 28	Masculino.	Entre 51 y 65 años.	Bachillerato.	Ciencias sociales: Soc	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, y sé perfectamente	La rama gris.
19	2/8/2023 22:01:49		5 / 28	Masculino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Ciencias sociales: Soc	Estudiante.	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
20	2/8/2023 22:02:28		7 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Estudios universitarios	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Otro.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
21	2/8/2023 22:07:49		5 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Máster.	Tecnología y ciencias	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama verde.
22	2/8/2023 22:17:56		5 / 28	Femenino.	Entre 18 y 30 años.	Máster.	Ciencias sociales: Soc	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Creo que sí, pero no e	La rama gris.
23	2/8/2023 22:20:43		7 / 28	Femenino.	Entre 51 y 65 años.	Educación primaria.	No tengo formación ac	Trabajador por cuenta	Redes sociales.	Sí, aunque solo tengo	La rama gris.
24	2/8/2023 22:26:58		6 / 28	Masculino.	Entre 31 y 50 años.	Estudios universitarios	Ciencias naturales: Fís	Trabajador por cuenta	Personas cercanas.	Sí, aunque solo tengo	La rama verde.

Figura 5. Parte de los resultados en bruto del Excel facilitado por el propio Google Forms.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Marca temporal	Dirección de correo electrónico	Puntuación	¿Con qué género te identificas?	¿Sabemos qué está fe...	¿Cuál es tu nivel de e...	¿A qué rama del conc...	¿Cuál es tu ocupació...	¿Cómo has tenido co...	¿Has oído hablar de l...	¿Cuál dirías que es
2	2/8/2023 19:08:26		7	1	2	6	4	2	3	3	
3	2/8/2023 19:32:52		8	1	2	7	2	2	3	3	
4	2/8/2023 19:36:48		5	2	2	4	3	2	3	2	
5	2/8/2023 19:45:14		4	1	2	6	4	2	3	3	
6	2/8/2023 20:04:27		8	1	2	6	2	4	3	3	
7	2/8/2023 20:08:02		6	1	2	6	2	4	3	3	
8	2/8/2023 20:08:27		7	2	2	6	3	2	3	4	
9	2/8/2023 20:16:06		7	1	2	6	2	4	3	3	
10	2/8/2023 21:43:40		6	1	2	7	2	3	3	4	
11	2/8/2023 21:44:24		7	2	2	7	3	2	2	3	
12	2/8/2023 21:49:22		4	2	3	7	3	2	2	3	
13	2/8/2023 21:49:34		10	1	2	6	2	1	3	3	
14	2/8/2023 21:53:07		8	1	2	7	2	2	4	3	
15	2/8/2023 21:53:45		7	2	3	6	3	3	3	1	
16	2/8/2023 21:53:50		7	1	2	5	2	1	4	2	
17	2/8/2023 21:56:22		5	2	3	7	3	2	3	3	
18	2/8/2023 21:59:20		8	2	4	5	4	2	3	4	
19	2/8/2023 22:01:49		5	2	2	6	4	1	3	3	
20	2/8/2023 22:02:28		7	1	2	6	3	2	4	3	
21	2/8/2023 22:07:49		5	1	2	7	3	3	3	3	
22	2/8/2023 22:17:56		5	1	2	7	4	2	3	2	
23	2/8/2023 22:20:43		7	1	4	1	7	2	2	3	
24	2/8/2023 22:26:58		6	2	3	6	1	2	3	3	

Figura 6. Base de datos de Excel transformada a formato numérico.

Una vez convertida la base de datos en una versión numérica, se introdujo en el SPSS (Figura 7) y se realizaron las adaptaciones necesarias, como la modificación de los nombres de las variables, la creación de etiquetas y la asignación de valores numéricos a cada respuesta. Además, se asignó un tipo de medida a cada pregunta en función de los tipos de respuesta disponibles, nominal, escala u ordinal (Figura 8).

	Puntuación	Género	Edad	Estudios	Formación	Ocupación	Comunicación_acti idad	Definición_biotecnol ogía	Rama_industrial	Producto_no_biot.	Probióticos	Alimento_transgénico
1	7,00	1,00	2,00	6,00	4,00	2,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1,00	1,00
2	8,00	1,00	2,00	7,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1,00	1,00
3	5,00	2,00	2,00	4,00	3,00	2,00	3,00	2,00	0,00	4,00	4,00	1,00
4	4,00	1,00	2,00	6,00	4,00	2,00	3,00	3,00	1,00	4,00	1,00	4,00
5	8,00	1,00	2,00	6,00	2,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1,00	1,00
6	6,00	1,00	2,00	6,00	2,00	2,00	4,00	3,00	0,00	4,00	1,00	1,00
7	7,00	2,00	2,00	6,00	3,00	2,00	3,00	4,00	4,00	2,00	1,00	1,00
8	7,00	1,00	2,00	6,00	2,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1,00	1,00
9	6,00	1,00	2,00	7,00	2,00	3,00	3,00	4,00	3,00	1,00	1,00	1,00
10	7,00	2,00	2,00	7,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00
11	4,00	2,00	3,00	7,00	3,00	2,00	2,00	3,00	2,00	4,00	4,00	3,00
12	10,00	1,00	2,00	6,00	2,00	1,00	3,00	3,00	0,00	4,00	1,00	1,00
13	8,00	1,00	2,00	7,00	2,00	2,00	4,00	3,00	0,00	4,00	1,00	1,00
14	7,00	2,00	3,00	6,00	3,00	3,00	3,00	1,00	2,00	4,00	1,00	1,00
15	7,00	1,00	2,00	5,00	2,00	1,00	4,00	2,00	0,00	4,00	1,00	1,00
16	5,00	2,00	3,00	7,00	3,00	2,00	3,00	3,00	1,00	4,00	4,00	1,00
17	8,00	2,00	4,00	5,00	4,00	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00	1,00	1,00
18	5,00	2,00	2,00	6,00	4,00	1,00	3,00	3,00	3,00	4,00	0,00	1,00
19	7,00	1,00	2,00	6,00	3,00	2,00	4,00	3,00	3,00	4,00	1,00	1,00
20	5,00	1,00	2,00	7,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	4,00	1,00	1,00
21	5,00	1,00	2,00	7,00	4,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00
22	7,00	1,00	4,00	1,00	7,00	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00	1,00	1,00
23	6,00	2,00	3,00	6,00	1,00	2,00	3,00	3,00	1,00	4,00	1,00	0,00
24	6,00	2,00	4,00	6,00	4,00	2,00	3,00	3,00	0,00	4,00	1,00	1,00

Figura 7. Base de datos numérica introducida en el SPSS.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Puntuación	Númérico	12	2		Ninguna	Ninguna	12	Derecha	Escala	Entrada
2	Género	Númérico	12	2	Género	{1,00, Feme...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
3	Edad	Númérico	12	2	Rango de edad	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
4	Estudios	Númérico	12	2	Nivel de estudios	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
5	Formación	Númérico	12	2	Area de conoci...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
6	Ocupación	Númérico	12	2	Ocupación actual	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
7	Comunicaci...	Númérico	12	2	Comunicación ...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
8	Definición_b...	Númérico	12	2	¿Has oído habl...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
9	Rama_indu...	Númérico	12	2	Color rama Biot...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
10	Producto_n...	Númérico	12	2	Producto que n...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
11	Probióticos	Númérico	12	2	¿Qué son los p...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
12	Alimento_tr...	Númérico	12	2	¿Qué pensaría...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
13	CRISPR	Númérico	12	2	¿Qué entiende...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
14	Siglas_OMG	Númérico	12	2	¿Qué significan...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
15	Genes_tom...	Númérico	11	2	¿Los genes co...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
16	Insulina_cerdo	Númérico	12	2	¿De donde es ...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
17	Vacunas_c...	Númérico	12	2	¿Existen las va...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
18	Consumo_y...	Númérico	12	2	¿Te comerías u...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada
19	Descubridor...	Númérico	12	2	¿Quién descub...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
20	Edward_Jen...	Númérico	12	2	¿Por qué fue c...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
21	Disciplina...	Númérico	12	2	¿Qué disciplina...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
22	Motivos_int...	Númérico	12	2	¿Qué motivos t...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
23	Medios_pref...	Númérico	12	2	¿Qué medios p...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Nominal	Entrada
24	Frecuencia...	Númérico	12	2	¿Con qué frec...	{0,00, NS/NC...	Ninguna	12	Derecha	Ordinal	Entrada

Figura 8. Adaptaciones de las variables.

Después de introducir la base de datos en el SPSS, se realizó un análisis estadístico descriptivo de la muestra. Para ello, se elaboraron tablas de frecuencia para determinadas variables como género, edad, nivel de estudios y área de formación académica. A partir de estas tablas, se obtuvieron gráficos como los que se presentan en la sección de "población y muestra" (Tablas 1-4 del anexo, Figuras 1-4).

A continuación, se cruzaron ciertos datos mediante la elaboración de tablas de contingencia. Para dichas tablas, se generaron a su vez los gráficos de barras correspondientes. No obstante, estos resultados preliminares no se encontraban normalizados respecto al tamaño de cada grupo, por lo que no podían considerarse como aptos en lo que a representatividad de la muestra se refiere. Dichos datos se normalizaron y representaron en un gráfico porcentual apilado. Siguiendo el procedimiento descrito, se llevaron a cabo más cruces de datos, como la puntuación por edad o el nivel de estudios por la puntuación.

El objetivo de estas tablas era estudiar la posible relación entre combinaciones de dos variables de la población, de ahí la comparación dos a dos entre las distintas variables.

Posteriormente, se procedió al análisis de frecuencias aisladas de especial atractivo, y se elaboraron tablas de frecuencias y gráficos circulares sobre aspectos como la disciplina científica de mayor interés para los encuestados, la importancia de la divulgación científica o la opinión sobre la divulgación que hacen las instituciones públicas.

Finalmente, se estudiaron posibles correlaciones relevantes haciendo uso del SPSS, como la correlación entre el nivel de estudios y la puntuación, la edad y la puntuación, o el área de conocimientos y la puntuación. Se extrajeron tablas de correlaciones y gráficos asociados.

En resumen, se ha llevado a cabo un análisis riguroso y detallado de los datos de la encuesta, utilizando herramientas y técnicas estadísticas adecuadas, proporcionando información valiosa sobre la población objetivo.

4.2. PUNTUACIÓN GENERAL

La segunda sección de la encuesta, sobre la que se pondrá el foco a continuación, tenía como objetivo medir el nivel de conocimientos sobre biotecnología del público general. Las puntuaciones que se obtuvieron fueron las representadas en la Figura 9 de acuerdo a los valores estadísticos adjuntos en la Tabla 5.

Tabla 5. Características de las puntuaciones obtenidas.

	Valor
Máxima puntuación alcanzable	10
Mínima puntuación alcanzable	0
Máxima puntuación alcanzada	10
Mínima puntuación alcanzada	1
Valor medio	6
Valor normal	6,12
Intervalo de puntuaciones	[1,10]

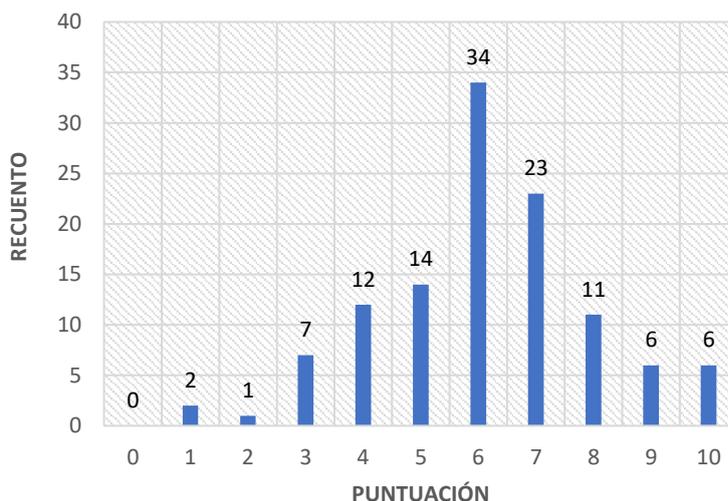


Figura 9. Recuento de las puntuaciones obtenidas en la encuesta.

Como se observa en la Figura 9, la distribución de las puntuaciones responde a la forma típica de la campana de Gauss, con una mayor concentración en el recuento de encuestados entorno al valor de una puntuación de 6. Dicho valor coincide con la puntuación media obtenida y se aproxima al valor normal de 6,12. Cabe destacar que no hubo ninguna persona que no acertara alguna pregunta y que tan solo 6 personas las acertaron todas. Estos resultados se encontrarían dentro de lo esperado de acuerdo a la hipótesis de partida de que el ciudadano medio posee unos conocimientos limitados sobre biotecnología, dado que las cuestiones efectuadas se diseñaron a conciencia para presentar la mayoría de ellas una dificultad baja, dificultad acorde a lo que se presupone como conocimientos básicos que cualquier ciudadano susceptible de recibir información sobre biotecnología puede poseer.

4.3. PREGUNTAS MÁS ERRADAS

Del total de las 10 preguntas puntuables orientadas a evaluar el nivel de conocimientos de los encuestados sobre biotecnología, destacaron de menos a más erradas las siguientes (Tabla 6):

Tabla 6. Recopilación de las preguntas más erradas del cuestionario.

Pregunta	Aciertos	Errores
¿Sabrías decir por qué fue conocido Edward Jenner?	52	64
¿A qué dirías que están asociadas las siglas CRISPR?	24	92
Dirías que la frase "Actualmente es más eficiente obtener insulina del cerdo que de una bacteria" es:	20	96
¿Cuál dirías que es la rama de la Biotecnología dedicada a procesos industriales?	9	107

En relación a los resultados que muestra la tabla 6, es destacable la amplia duda entre los encuestados acerca de quién fue el inventor de la primera vacuna de la historia (Figura 10). Este hecho es llamativo dada la gran relevancia de las vacunas a lo largo de la historia y en especial, recientemente con la pandemia de la COVID-19. Esta cuestión sobre el personaje de Jenner se planteó como un posible indicador de la cultura científica de la población y sirvió para poner de manifiesto la falta de información sobre historia de la biotecnología que posee la población.

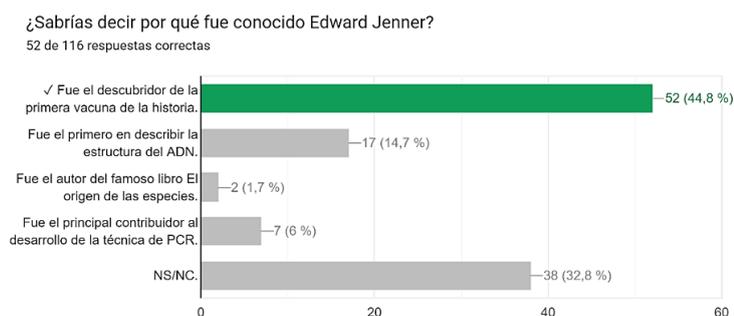


Figura 10. Respuestas a la pregunta: «¿Sabrías decir por qué fue conocido Edward Jenner?».

En segundo lugar, la pregunta más errada fue la relacionada con el conocimiento del significado del acrónimo CRISPR. En este caso, de 116 respuestas, únicamente 24 fueron correctas (Figura 11). Este resultado es destacable dado el inmenso impacto de CRISPR como herramienta en el mundo de la edición genética, y por consiguiente, en el de la biotecnología. Esta cuestión se planteó como un indicativo del conocimiento de la población sobre descubrimientos recientes y de alto impacto en el mundo de la biotecnología. En este sentido, surge la cuestión de cómo es posible que uno de los mayores hitos en la historia de la ciencia sea prácticamente desconocido por la ciudadanía. ¿No se ha informado adecuadamente a la población de la existencia de este descubrimiento? ¿Por qué? ¿Cómo se pretende que la sociedad acepte futuras aplicaciones de CRISPR en clínica si hace más de 20 años de su descubrimiento y todavía gran parte de la población ni siquiera conoce su existencia?

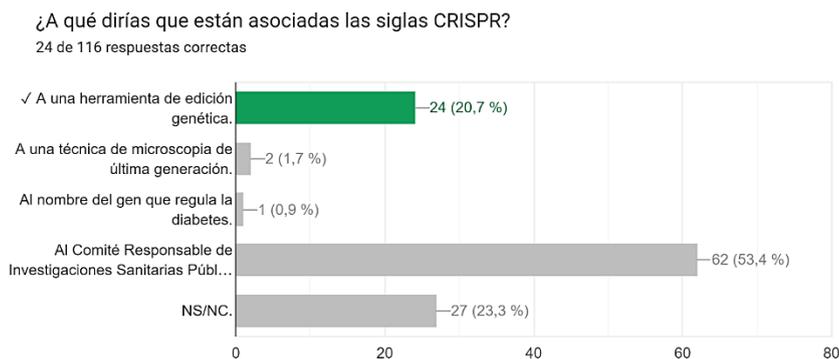


Figura 11. Respuestas a la pregunta: «¿A qué dirías que están asociadas las siglas CRISPR?»

La tercera pregunta más errada guardaba relación con la obtención de insulina a partir de bacterias recombinantes. En esta ocasión, de las 116 respuestas obtenidas, tan solo 20 fueron correctas. Observando la distribución de las respuestas (Figura 12), se interpreta que gran parte de la población no posee conocimientos sobre el tema y que aquellos que creen tenerlos, se equivocan apostando por diferentes razonamientos.

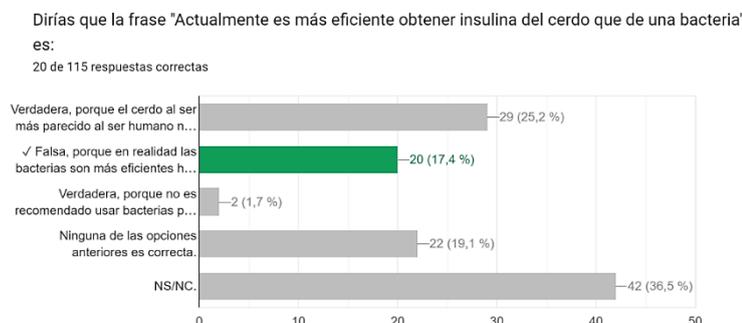


Figura 12. Respuestas a la pregunta: «Actualmente es más eficiente obtener insulina del cerdo que de una bacteria es:»

Los resultados obtenidos podrían ser considerados como preocupantes, pues si bien es cierto que antiguamente se obtenía insulina de los animales, la obtención de insulina humana producida mediante ingeniería genética fue aprobada por la *Food and Drug Administration* (FDA) en 1982, y desde entonces se ha utilizado ampliamente en todo el mundo, mejorando considerablemente la calidad de vida de muchas personas. Además, según la Federación Internacional de Diabetes (FID), se estima que en 2021 había alrededor de 537 millones de personas con diabetes en todo el mundo, lo que representa aproximadamente el 7,5% de la población adulta global (*Panorama mundial de la diabetes en 2021*, s. f.). De hecho, no sería disparatado afirmar que prácticamente cualquier persona conoce a alguien de su círculo próximo que padece de diabetes, y sin embargo, gran parte de la población desconoce de dónde se obtiene la insulina que los enfermos requieren. ¿Muestran estos resultados rasgos de una sociedad en conjunto poco interesada en temas de biotecnología, aun siendo estos cruciales para la vida de muchas personas? ¿La gente confía sus vidas en fármacos cuyo origen ni ellos mismos conocen? ¿Es este otro tema que se debería incorporar en la agenda de la divulgación biotecnológica? ¿Por qué la insulina transgénica goza de mayor presencia en el mercado que los alimentos transgénicos? ¿Guarda esto relación con el grado de conocimiento de la sociedad sobre ambos productos? ¿Que la gente tenga menos conocimientos sobre a algo la hace más propensa a tener una percepción positiva de ese algo? ¿Sucede lo contrario?

Finalmente, la pregunta más errada de todas con diferencia es la referida a la rama de la biotecnología dedicada a los procesos industriales (Figura 13). Esta pregunta solo fue acertada por 9 personas de 116 que respondieron en total. En este caso, pese a ser la pregunta con menos aciertos, los resultados pueden ser interpretados como menos alarmantes, pues la relevancia del contenido de la pregunta es menor comparada con las anteriores. Dicho esto, las respuestas de la gente ponen claramente de manifiesto su gran desconocimiento respecto a conceptos básicos de biotecnología, como es el caso de las distintas ramas que la componen. ¿No es la biotecnología un campo atractivo para la gente? ¿Se han hecho esfuerzos suficientes para despertar el interés de la gente en las distintas opciones que brinda la biotecnología?

¿Cuál dirías que es la rama de la Biotecnología dedicada a procesos industriales?
9 de 115 respuestas correctas

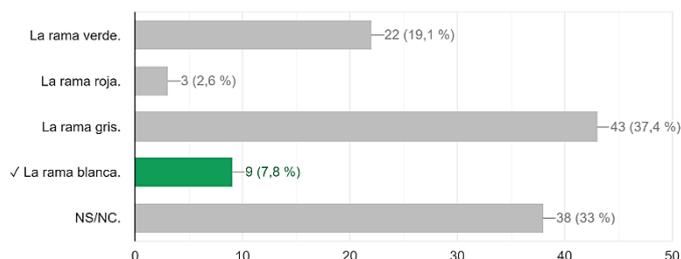


Figura 13. Respuestas a la pregunta: «¿Cuál dirías que es la rama de la Biotecnología dedicada a procesos industriales?»

4.4. CRUCE DE DATOS

4.4.1. TABLAS DE CONTINGENCIA

El actual apartado se centra en el estudio de los resultados proporcionados por las tablas de contingencia elaboradas. Dichas tablas, tuvieron como objetivo cruzar datos con el fin de detectar posibles vinculaciones entre variables.

La primera estrategia combinatoria que se llevó a cabo pretendía analizar la relación entre la puntuación y las características más relevantes de los encuestados, consultadas en la primera sección del test. Esto se hizo comparando variables dos a dos.

El primer cruce de datos se realizó entre la puntuación y el género (Tabla 7 en anexo). Como se puede observar en la Figura 14, los resultados fueron bastante equilibrados en todas las puntuaciones a excepción de los casos en los que se obtuvo una puntuación 2 y 3, que fue obtenida únicamente por mujeres. A este suceso no se le encuentra causa aparente más allá de la propia aleatoriedad de la muestra.

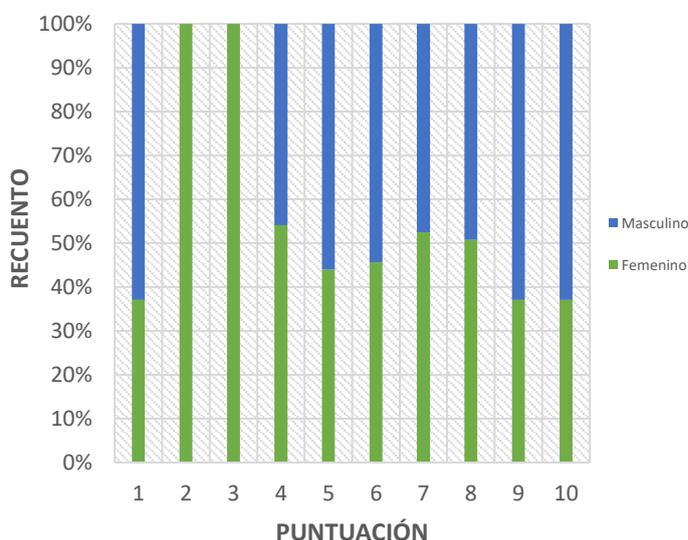


Figura 14. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x GÉNERO.

El segundo cruce de datos que se llevó a cabo fue el de la puntuación y la edad. En este caso, los resultados son muy heterogéneos a lo largo de la escala de puntuaciones debido a la gran aleatoriedad de la muestra (Tabla 8 en anexo, Figura 15). No obstante, si se pone el foco en las puntuaciones 6 y 7, valores obtenidos por la mayoría de los encuestados tal y como se mostraba en la

Figura 9, se visualiza la presencia de todos los rangos de edad en una proporción más o menos equilibrada, pero desde luego sin grandes variaciones.

Al ser la biotecnología conceptualmente una ciencia relativamente moderna, podría esperarse un mayor grado de conocimientos biotecnológicos en personas pertenecientes a rangos de edad menores, por ejemplo en edades hasta 30 años. No obstante, se ve como la población de este rango de edad domina tanto la puntuación máxima, lo que corroboraría la hipótesis planteada, como la puntuación mínima, lo que contradice la hipótesis. De manera que se concluye que edad y puntuación no guardan relación aparente.

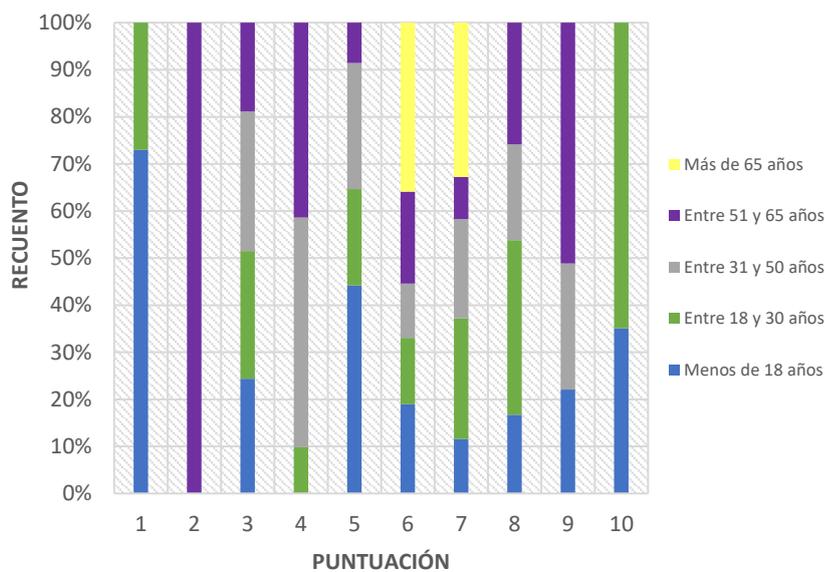


Figura 15. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x EDAD.

El siguiente cruce de datos que se hizo fue el de puntuación y nivel de estudios (Tabla 9 en anexo). Aquí los resultados comienzan a revelar cosas interesantes. En primer lugar, se observa cómo en las puntuaciones inferiores (1 y 2) parece haber una tendencia hacia encuestados con un nivel de estudios de «educación primaria», «grado superior o medio» y «formación profesional». No obstante, estos grupos de encuestados también presentan cierta ocupación en puntuaciones ligeramente más elevadas, aunque no mucho más allá del valor medio de 6 (Figura 16).

Por otra parte, se aprecia una gran heterogeneidad en las puntuaciones obtenidas por las personas con «bachillerato», «estudios universitarios» y «máster». De hecho, se aprecia un recuento de personas similar porcentualmente en todas las puntuaciones excepto en 1 y 2, posiblemente debido a la aleatoriedad de la muestra.

Llegados a este punto, todo entraría dentro de lo presumible. No obstante, hay dos grupos que muestran resultados llamativos. Por un lado, destaca el grupo de personas de «doctorado», dado que, siendo uno de los niveles de estudios más elevado que puede alcanzarse, no parece correlacionar con las mejores puntuaciones (presencia del grupo en puntuaciones de 4 y 7). De manera que, *a priori*, un mayor nivel de estudios (sin entrar a valorar el área de formación) no parece estar vinculado a poseer más conocimientos sobre biotecnología necesariamente. Por otro lado, es también altamente reseñable las buenas puntuaciones que obtienen aquellas personas cuyo máximo nivel de estudios es la «Educación Secundaria Obligatoria (ESO) o equivalente». Las buenas puntuaciones obtenidas por este último grupo podrían guardar relación con el temario que se imparte en los institutos durante los cursos que comprende la ESO. No obstante, la hipótesis que se plantea se corroboraría en caso de que las personas encuestadas hubieran cursado la ESO hace relativamente poco tiempo.

Es decir, no se trataría de personas de avanzada edad que únicamente han alcanzado este nivel de estudios a lo largo de su vida, sino de personas jóvenes que han alcanzado recientemente este nivel de estudios. De modo que sí podría existir cierta relación entre sus buenos resultados y la relativamente reciente integración de conceptos biotecnológicos en los temarios que se imparten a este nivel.

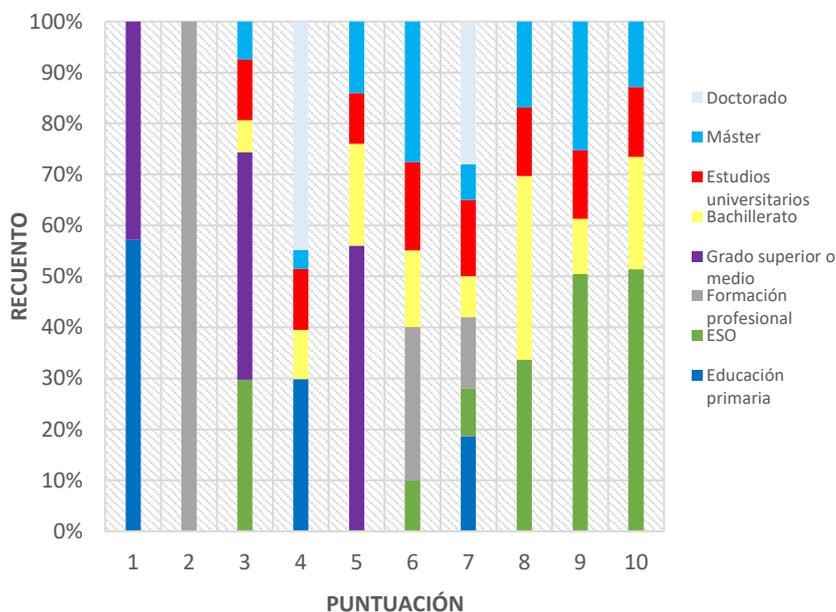


Figura 16..Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x NIVEL DE ESTUDIOS.

El cuarto cruce de datos se realizó entre la puntuación y el área de conocimientos (Tabla 10 en anexo). Esta comparación tenía como objetivo comprobar la existencia de una posible vinculación entre el área de formación académica del encuestado y su puntuación. La hipótesis de la que se parte es que aquellas personas que hubieran estudiado algo próximo a las ciencias naturales o a las ciencias de la salud, por los conocimientos supuestamente adquiridos durante su formación, tenderían a obtener mayores puntuaciones.

Si se analiza la Figura 17 de menos puntuación a más, lo primero que se observa es que prácticamente el 90% de las personas que obtienen la menor puntuación alcanzable (1), no poseen formación académica. Esto, *a priori*, iría a favor de la hipótesis planteada, dado que, al no haber recibido formación académica de ningún tipo, lo que evidentemente excluye haber recibido formación en ciencias naturales o ciencias de la salud, la puntuación que se obtiene en el cuestionario es baja.

En la puntuación de 3, sorprende detectar la presencia de un 40% de los encuestados con formación académica en el ámbito de las ciencias de la salud y un 20% con formación en ciencias naturales. En principio, este resultado iría en contra de la hipótesis planteada, sin embargo, encontramos una presencia de la suma de ambos grupos de cerca del 90% en la máxima puntuación (10), lo que sí reforzaría la hipótesis. Luego, si bien es cierto que entre la puntuación 3 y la puntuación 10, hay una diferencia de un 30% en cuanto a presencia de la suma de los dos grupos de los cuales se esperaba mejores puntuaciones, la diferencia de puntuación entre 3 y 10 es considerada demasiado grande como para ser obviada, de ahí que finalmente se concluya que: o bien fruto de la aleatoriedad, los encuestados que obtuvieron una puntuación de 3 justamente se formaron en áreas muy distantes a la biotecnología, y por tanto el dato de la puntuación de 10 que apoya la hipótesis inicial es fiable, o que de nuevo, tampoco se obtiene ninguna correlación entre el área de formación y la puntuación obtenida.

Por otra parte, otro hecho que contradeciría la hipótesis en cuestión sería la ascendente presencia de gente sin formación académica en las puntuaciones de 7, 8 y 9, alcanzando aproximadamente el 50% en esta última. Suceso para el que no se encuentra explicación razonable de acuerdo a la hipótesis planteada.

Para el resto de las áreas del conocimiento no se encuentra nada fuera de lo esperable, agrupándose las áreas distantes de la biotecnología en puntuaciones entorno a la media. En síntesis, no se dispone de información suficiente como para aprobar o rechazar la hipótesis definitivamente, por lo que haría falta ampliar la muestra para ver si se mantiene un patrón de respuestas similar.

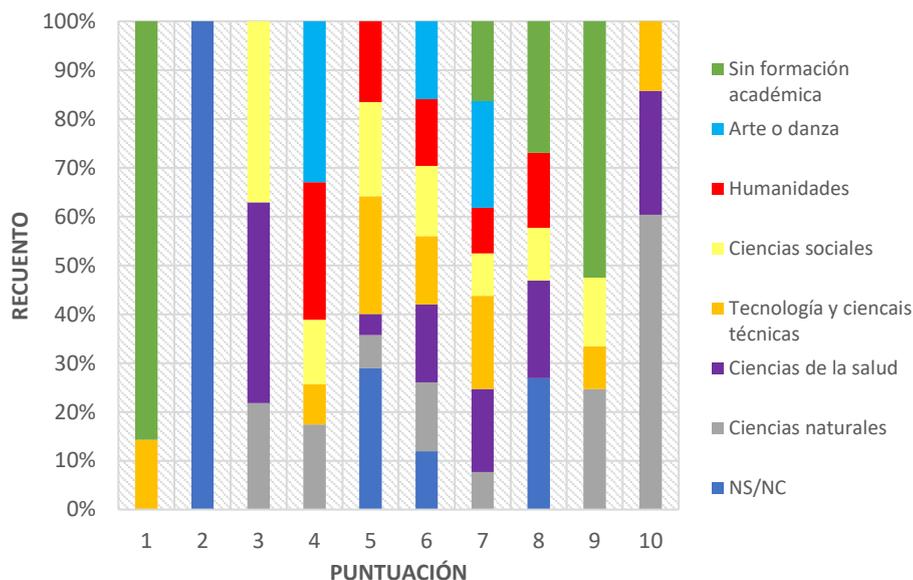


Figura 17. Resultados del cruce de datos Puntuación x Área de Conocimientos

La segunda estrategia combinatoria que se llevó a cabo empleó datos recopilados en las tres secciones de la encuesta, teniendo como finalidad analizar la relación existente entre la frecuencia de consumo de divulgación científica de los encuestados y otra serie de variables. Para ello se realizaron de nuevo tablas de contingencia.

El primer cruce de datos de esta segunda estrategia se hizo entre la frecuencia de consumo de divulgación científica y la puntuación obtenida en la sección destinada a medir los conocimientos sobre biotecnología (Tabla 11 en anexo). La hipótesis que se planteó inicialmente es que aquellas personas que consumieran con mayor frecuencia divulgación científica (sin especificar temas de ciencia en concreto) serían más proclives a obtener mejores puntuaciones y viceversa.

Analizando la Figura 18 de menos a más puntuación, se observa cómo en las puntuaciones de 1 y 2 la totalidad de las personas reconoce consumir divulgación científica con muy poca frecuencia, lo que apoyaría nuestra hipótesis, aunque también podría haber sido resultado de la aleatoriedad.

A medida que aumenta la puntuación, se observa cómo a partir de la puntuación 5 y hasta la 8 mayoritariamente se produce una conversión en los porcentajes y empiezan a ganar peso los grupos de consumo de ciencia de «todos los días», «a menudo» y «de vez en cuando», y cómo de forma más o menos proporcional (teniendo en cuenta el factor aleatoriedad en las respuestas) el grupo de «muy poca frecuencia» va disminuyendo.

Cabe resaltar que en las puntuaciones 4 y 5, se ve casi un 50% de personas que aseguran no consumir divulgación científica nunca pero que aun así obtienen más puntuación que aquellos que aseguran consumirla con poca frecuencia, esto podría ser debido bien al azar al responder, o bien al sesgo interpretativo que pudo producirse al valorar en qué grado consumen ciencia los propios encuestados, es decir, que aquellos que consideran que nunca consumen divulgación realmente sí consuman algo en muy poca medida o incluso de manera inconsciente.

Por último, se aprecia cómo en las puntuaciones más altas (9 y 10) sí se encuentra una relación directa con el consumo de divulgación de acuerdo la hipótesis planteada, pues en ambos casos, más del 70% de los encuestados afirmaron consumir divulgación científica todos los días y el porcentaje restante a menudo o de vez en cuando.

En resumen, si bien es cierto que se observa cierta heterogeneidad en las respuestas en puntuaciones intermedias (lógico al ser donde se concentra el grueso de los encuestados), los extremos del gráfico, es decir, las puntuaciones más bajas y altas confirman con bastante éxito la hipótesis planteada en origen.

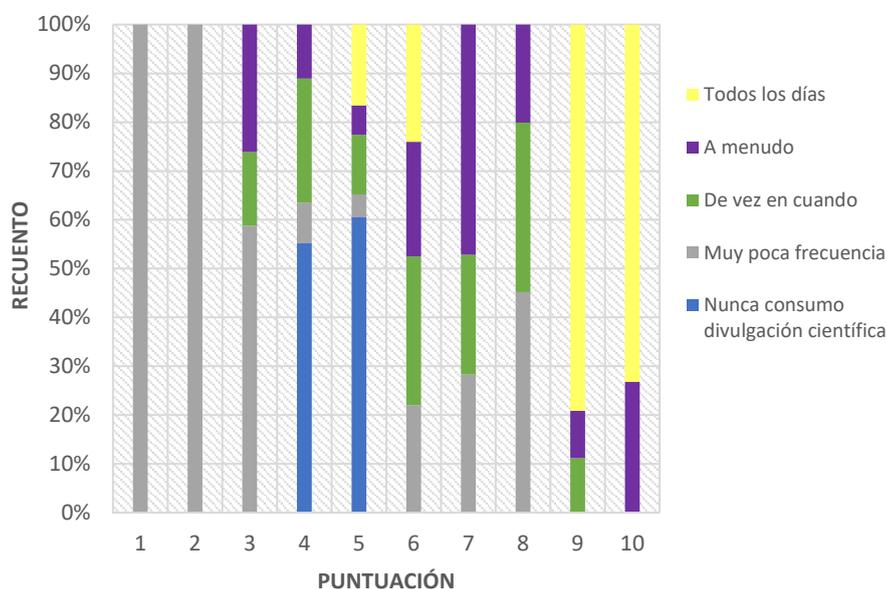


Figura 18. Resultados del cruce de datos PUNTUACIÓN x CONSUMO DE CIENCIA

Posteriormente, se decidió relacionar la frecuencia de consumo de divulgación con aquellas variables relativas a los encuestados que más interés suscitaron durante la primera estrategia combinatoria. Estas variables fueron la edad, el nivel de estudios y el área de formación.

El primer cruce que se hizo fue el de la edad con la frecuencia de consumo de divulgación científica (Tabla 12 en anexo). De acuerdo a los resultados de la comparativa anterior de la puntuación y el consumo de ciencia, donde más frecuencia de consumo equivalía a mayor puntuación, y en base al cruce de datos de puntuación y edad realizado en la primera estrategia combinatoria donde no se obtuvo ninguna relación clara, lo esperado al cruzar datos de edad y frecuencia de consumo era que estos no guardaran relación entre sí. Y efectivamente se corroboró lo esperado, pues más allá de un ligero aumento en la presencia de los grupos de consumo de ciencia «a menudo» y «de vez en cuando» en el rango de edad de los 31 y a 50 años, y la presencia únicamente de los grupos de consumo de «de vez en cuando» y «muy poca frecuencia» en el rango de más de 65, no se obtuvieron resultados que marcaran grandes diferencias entre los distintos rangos de edad o que mostraran algún patrón (Figura 19).

Dichos resultados no coincidirían con la última encuesta realizada por el FECYT en 2022, donde se vio que el interés por la Ciencia y la Tecnología desciende a medida que la edad de la ciudadanía se incrementa, de manera que el mayor interés por la Ciencia y Tecnología se registra entre las personas de 15 a 24 años (17,0%) y el menor en las personas de más de 64 años (7,4%) (FECYT,2022).

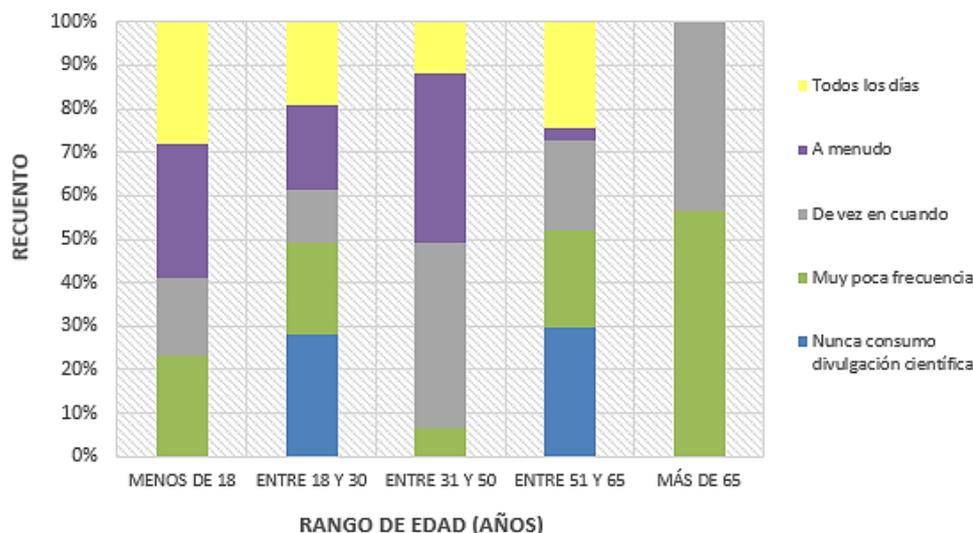


Figura 19. Resultados del cruce de datos EDAD x CONSUMO DE CIENCIA

El siguiente cruce de información que se hizo fue el del nivel de estudios con la frecuencia de consumo de divulgación científica (Tabla 13 en anexo). En este caso, se observó que el grupo de «grado medio o superior» presentaba un muy reducido consumo de divulgación. Hecho que guardaría relación con la gran presencia de este grupo en la puntuación de 2 cuando se realizó el cruce de datos del nivel de estudios y la puntuación.

Por otra parte, en los niveles de estudios de «bachillerato», «estudios universitarios» y «máster», se observa una heterogeneidad en la frecuencia de consumo que recuerda mucho a la heterogeneidad de la presencia de estos grupos en las distintas puntuaciones de la Figura 20 que relacionaba nivel de estudios y puntuación. Luego de alguna manera, se estaría cumpliendo al igual que con el grupo de «grado medio o superior», una vinculación entre nivel de estudios, frecuencia de consumo de ciencia y en última instancia puntuación obtenida.

Finalmente, conviene destacar la similitud en los resultados entre los grupos de «ESO» y «doctorado». Ambos grupos muestran valores porcentuales idénticos en cuanto a frecuencia de consumo de divulgación. La explicación de dicha similitud no está clara. No obstante, de nuevo podría estar viéndose una relación entre la alta frecuencia de consumo de ciencia del grupo de «ESO» y las altas puntuaciones (8, 9 y 10) obtenidas por este. Esto no sucedería de igual manera con el grupo de «doctorado» quienes obtuvieron mayoritariamente unas puntuaciones discretas (4 y 7). Estos resultados no coincidirían con la última encuesta realizada por el FECYT en 2022, donde se vio que en cuanto al nivel de formación, cuanto mayor es el nivel de estudios finalizados aumenta el interés por los temas científicos y tecnológicos (FECYT, 2022).

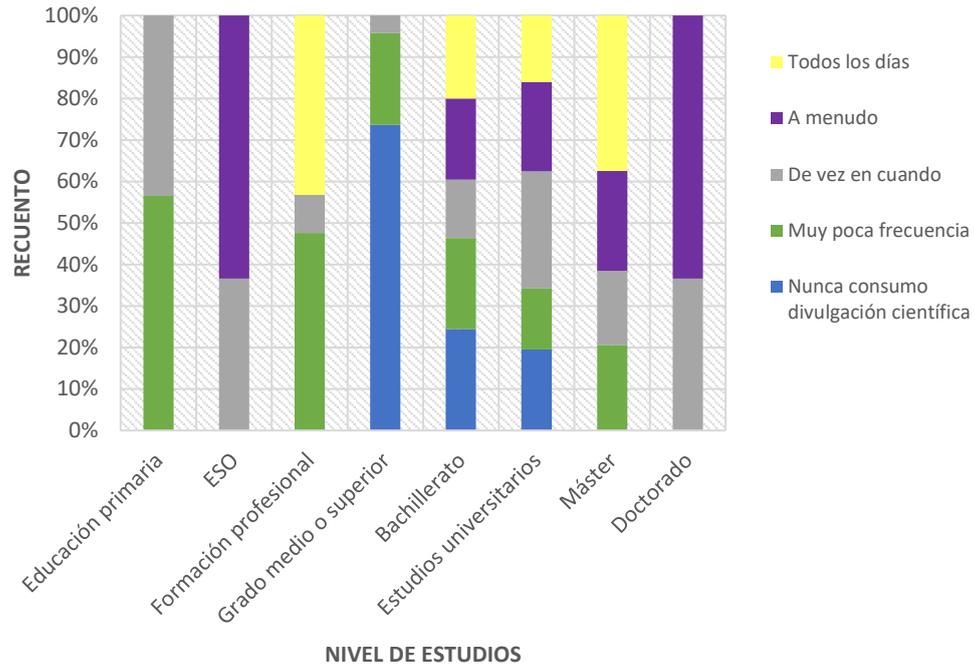


Figura 20. Resultados del cruce de datos NIVEL DE ESTUDIOS x CONSUMO DE CIENCIA

La última variable que se cruzó con la frecuencia de consumo de divulgación fue el área de conocimientos en la que se formaron los encuestados (Tabla 14 en anexo). En este caso, la hipótesis que se planteó es que aquellas personas que hubieran recibido una formación académica afín a la ciencia teóricamente deberían mostrar una mayor frecuencia de consumo de divulgación científica. Sin embargo, se observó lo contrario a lo esperado. Mientras que en los grupos que supuestamente deberían estar más próximos al consumo de divulgación como lo son los de «ciencias de la salud» y «ciencias naturales» mostraron heterogeneidad en la frecuencia de consumo, sorprendentemente, los grupos de «humanidades» y «arte y danza» fueron los que mayor consumo de divulgación científica manifestaron (Figura 21). Este fenómeno podría explicarse a través de la conducta curiosa de las personas por aquello que desconocen. Es decir, abordando los resultados desde el prisma del mero afán por adquirir conocimientos, dejando de lado la necesidad o el interés ya sea de tipo académico o laboral, podría interpretarse que aquellos que ya en su día a día, por su formación académica, tratan con conocimientos científicos, no sienten curiosidad por seguir adquiriendo información sobre esos temas fuera de lo estrictamente necesario, mientras que aquellos que se dedican a otros temas, pueden encontrar mayor atracción en aquello a lo que no dedican su día a día. Por supuesto, esto solo es una teoría para intentar dar sentido a los resultados obtenidos, pero desde luego no puede entenderse como la única justificación satisfactoria a los resultados estadísticos obtenidos.

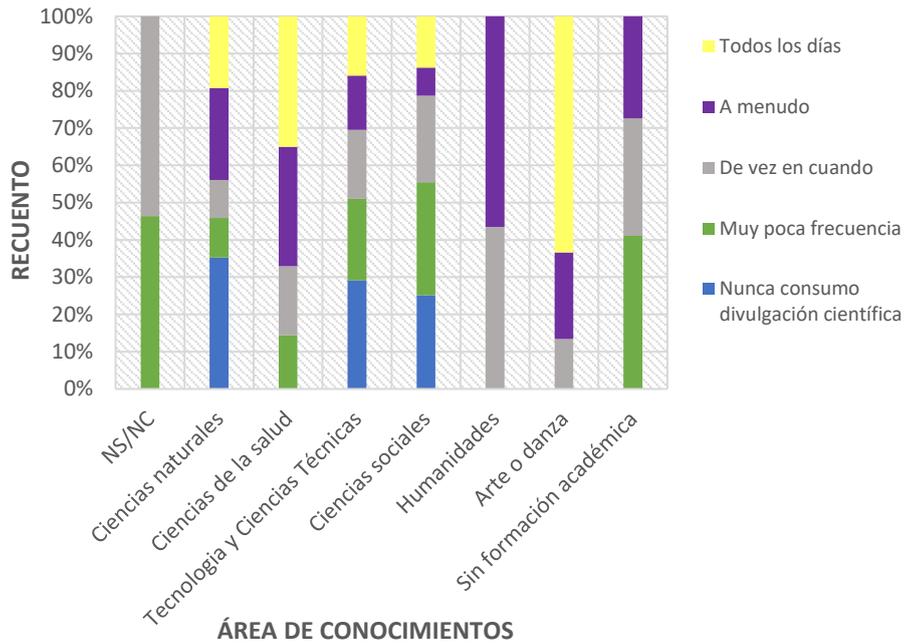


Figura 21. Resultados del cruce de datos ÁREA DE CONOCIMIENTOS x CONSUMO DE CIENCIA

4.4.2. CORRELACIONES DE INTERÉS

Tras realizar los cruces de datos y llevar a cabo la interpretación de estos, se quiso analizar en detalle posibles correlaciones de interés entre los resultados con el fin de aceptar o rechazar las hipótesis planteadas. Concretamente se puso el foco en cuatro pruebas:

La primera prueba tenía como objetivo estudiar si existía correlación real entre la edad y la puntuación. El resultado que se obtuvo mostró que no existía correlación de ningún tipo (Tabla 15, Figura 22), confirmando así que edad y puntuación no guardan relación.

Tabla 15. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre edad y puntuación. Variable dependiente: Puntuación. Variable independiente: Rango de edad.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros		
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2
Lineal	,003	,310	1	114	,579	6,361	-,094	
Logarítmica	,001	,160	1	114	,690	6,253	-,157	
Cuadrático	,003	,171	2	113	,843	6,187	,056	-,028
Exponencial	,000	,011	1	114	,918	5,812	-,004	

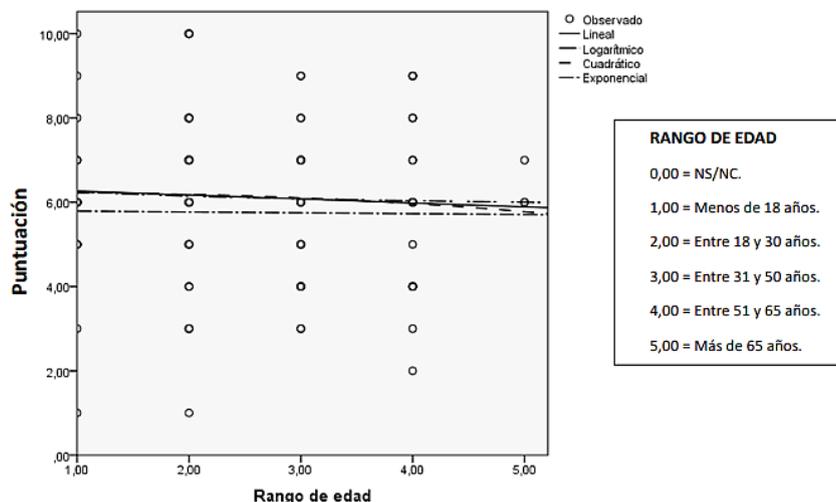


Figura 22. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x EDAD.

La segunda prueba pretendía evaluar la posible correlación entre la puntuación y el nivel de estudios (Tabla 16, Figura 23). En este caso de nuevo se vio que ambas variables no correlacionaban de manera que se comprobó que mayor nivel de estudios no era sinónimo de tener más conocimientos sobre biotecnología.

Tabla 16. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre nivel de estudios y puntuación. Variable dependiente: Puntuación. Variable independiente: Nivel de estudios.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros		
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2
Lineal	,011	1,306	1	114	,256	5,380	,135	
Logarítmica	,014	1,646	1	114	,202	5,204	,558	
Cuadrático	,013	,721	2	113	,488	4,984	,341	-,023
Exponencial	,040	4,761	1	114	,031	4,322	,052	

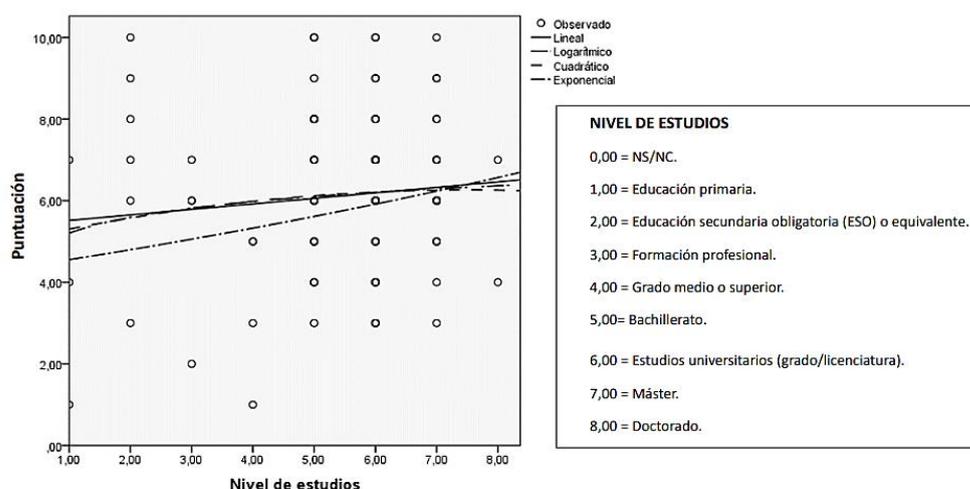


Figura 23. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x NIVEL DE ESTUDIOS.

La siguiente prueba que se hizo fue analizar la correlación entre la puntuación y el área de conocimientos en la que se formó el encuestado (Tabla 17, Figura 24). De nuevo no se encontró correlación de ninguna clase, lo que permitió rechazar con mayor seguridad la hipótesis de que aquellas personas con formación académica próxima las ciencias sería más propensa a obtener mejores puntuaciones en el test.

Tabla 17. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre área de conocimientos y puntuación. Variable dependiente: Puntuación. Variable independiente: Área de conocimientos. La variable independiente (área de conocimientos) contiene valores no positivos. El valor mínimo es NS/NC. No es posible calcular el modelo logarítmico ni el de potencia.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros		
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2
Lineal	,010	1,207	1	114	,274	6,486	-,123	
Logarítmica ^a								
Cuadrático	,011	,604	2	113	,548	6,533	-,161	,006
Exponencial	,012	1,358	1	114	,246	6,238	-,027	

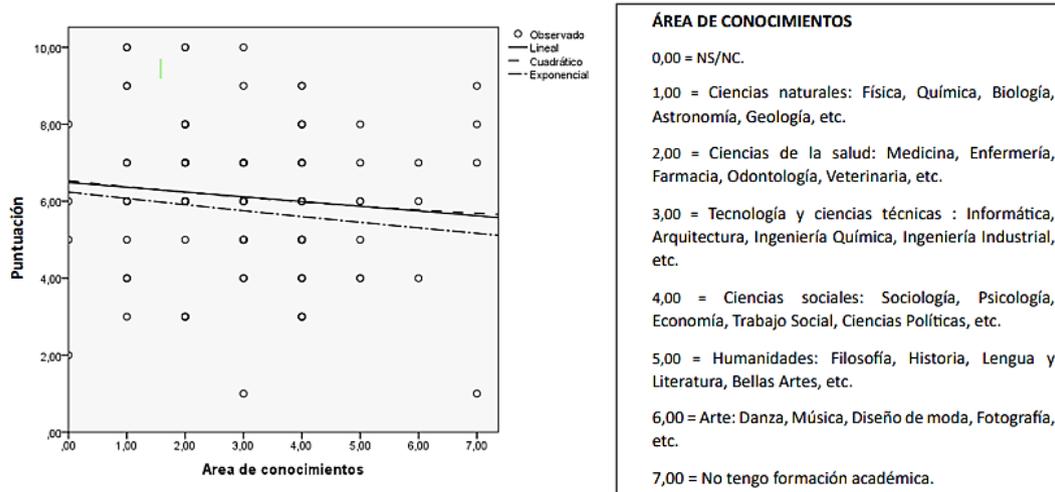


Figura 24. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x ÁREA DE CONOCIMIENTOS..

La última correlación que se estudió fue la de la frecuencia de consumo de divulgación científica y la puntuación obtenida (Tabla 18, Figura 25). En este caso sí se consiguió ver una cierta correlación cuadrática significativa en comparación con el resto de las correlaciones realizadas hasta el momento. Dicho hallazgo apoyaría la hipótesis que relaciona mayor consumo de divulgación científica con mayores puntuaciones en el cuestionario.

Tabla 18. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros de la correlación entre consumo de ciencia y puntuación. Variable dependiente: Puntuación. Variable independiente: Consumo de ciencia.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros		
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2
Lineal	,141	18,774	1	114	,000	3,679	,757	
Logarítmica	,128	16,663	1	114	,000	3,805	2,062	
Cuadrático	,143	9,433	2	113	,000	4,328	,323	,067
Exponencial	,126	16,388	1	114	,000	3,584	,147	

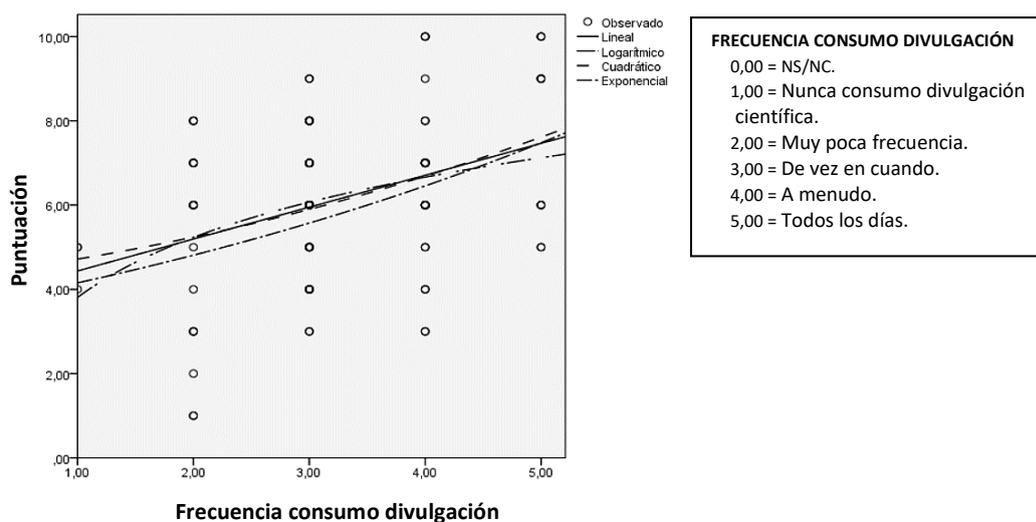


Figura 25. Resultados gráficos correlación PUNTUACIÓN x CONSUMO DE CIENCIA.

En definitiva, si bien no se ha encontrado correlación entre la puntuación y el nivel de estudios, el área de formación o la edad, sí se ha encontrado cierta vinculación entre la puntuación y la frecuencia consumo de divulgación. Estos resultados pondrían en relieve el hecho de que, independientemente de cuál sea el *background* académico o la edad de la persona, el ejercicio de consumir divulgación científica está relacionado con una mayor posesión de conocimientos sobre biotecnología y por consiguiente, un mayor enriquecimiento cultural científico del individuo.

4.5. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS AISLADAS DE INTERÉS

A continuación, se analizaron una serie de frecuencias aisladas de interés con objeto de estudiar varios aspectos relativos al consumo de divulgación científica por parte de los encuestados. En primer lugar, se les preguntó si la divulgación científica les parecía importante para la sociedad. A lo que una mayoría (93%) respondió que sí (Tabla 19 en anexo, Figura 26).

La segunda pregunta que se formuló fue si los ciudadanos consideraban que la divulgación científica que hacen las instituciones públicas estaba siendo suficiente. El 91% de los encuestados respondió que no. Este resultado, junto con el anterior 93% que considera la divulgación importante, pondría de manifiesto una necesidad de divulgación para la sociedad no cubierta por las instituciones (Tabla 20 en anexo, Figura 27). Es decir, la gente es consciente de la importancia de saber sobre temas de ciencia y reclama herramientas para ello.

A continuación, se preguntó a los participantes por su disciplina científica de mayor interés. En este caso, destacaron notablemente por encima del resto de disciplinas la medicina, la psicología y la tecnología elegidas por un 30%, 19% y 18% de los encuestados respectivamente (Tabla 21 en anexo, Figura 28). Estos resultados encajarían con las tendencias de actualidad donde el cuidado por la salud y el físico, la salud mental y las novedades tecnológicas están de moda.

La siguiente pregunta que se hizo fue si habían oído hablar de la biotecnología antes de realizar el test. Los resultados fueron dramáticos. El 6% de los encuestados nunca había oído hablar de la biotecnología, el 65% sí había oído hablar de la biotecnología pero solo tenía una ligera idea de lo que era, el 20% creía que sí pero no estaban muy seguros y tan solo el 9% había oído hablar de la biotecnología y sabía perfectamente lo que era (Tabla 22 en anexo, Figura 29). Es decir, aproximadamente el 90% de la población no controla el concepto de biotecnología o no sabe ubicarlo correctamente. ¿Cómo siendo la biotecnología una ciencia tan presente en nuestro día a día la gente no domina su concepto adecuadamente? ¿El problema está en que no saben reconocerla? ¿La divulgación que se hace sobre biotecnología es escasa? ¿Y efectiva?

Otra cuestión que se formuló a los encuestados fue qué temas de biotecnología les generaban menos confianza. En este caso, los temas más elegidos fueron la modificación genética de organismos vivos, con un 41% de encuestados, y la reproducción asistida a la carta, con un 34% (Tabla 23 en anexo, Figura 30). Viendo estos resultados, se interpreta que para la mayoría, todo lo que sea alterar de alguna forma la vida o la toma de decisiones sobre esta, no les transmite confianza. ¿Y cuáles son los motivos? ¿Temor? ¿Desconfianza? ¿Estos motivos se apoyan sobre argumentos científicos o responden a conductas irracionales? ¿Puede la divulgación científica cambiar la visión al respecto de la gente? ¿Debe hacerlo? ¿A quién corresponde esta labor?

Finalmente, también se preguntó qué temas de biotecnología generaban más interés. Los resultados mostraron que el campo que más interés suscita es el de la salud humana, escogido por un 71% de los encuestados. Destaca también el poco atractivo para la población que tiene el área de la agrobiotecnología, únicamente escogido como tema preferido por un 3% de los encuestados (Tabla 24 en anexo, Figura 31). Esto constituye un dato reseñable dada la estadística anterior que mostraba una gran desconfianza de la gente la modificación de organismos vivos y la gran importancia que estos tienen en dicha industria. ¿Cómo es posible que algo que genera poca confianza no resulte de interés? ¿La gente es realmente consciente de la aplicabilidad de las nuevas tecnologías o se deja guiar por meros impulsos? ¿Intentar hacer de la agrobiotecnología un tema más interesante para las personas ayudaría a que estas ampliaran sus contenidos y con ello cambiara su impresión respecto a determinados temas? De nuevo, ¿tener más conocimientos sobre algo te hace necesariamente disponer de una visión más positiva respecto a ese algo?

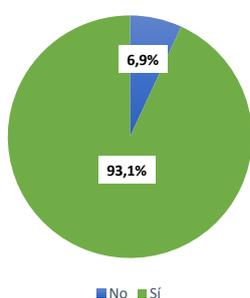


Figura 26. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Dirías que la divulgación científica es importante para la sociedad?»

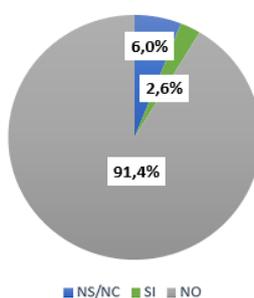


Figura 27. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Es suficiente la divulgación que hacen las instituciones?»

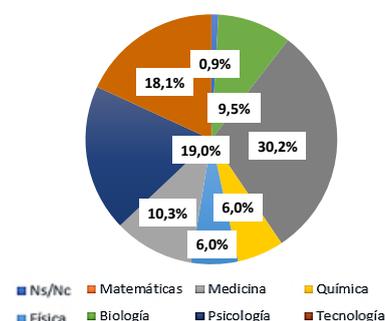


Figura 28. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Qué disciplina científica te resulta de mayor interés?»



Figura 29. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Has oído hablar de la biotecnología?»

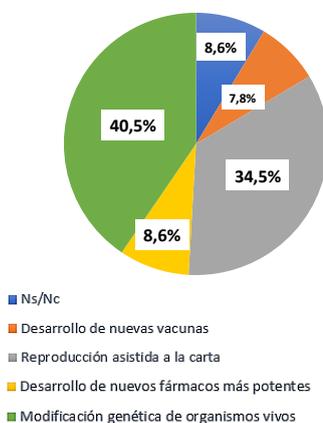


Figura 30. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan menos confianza?»

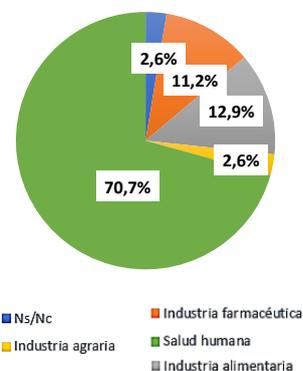


Figura 31. Gráfico circular de resultados a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan más interés?»

4.6. PROPUESTAS DE MEJORA

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se proponen las siguientes propuestas con objeto de mejorar la divulgación científica y con ello la percepción social de la biotecnología:

Dada la correlación hallada entre un mayor consumo de divulgación científica y un mayor nivel de conocimientos sobre biotecnología, para elevar este último en la población general se debe promover indudablemente un aumento de la actividad divulgativa. Y teniendo en cuenta que la gente ha expresado explícitamente la necesidad de más divulgación por parte de las instituciones públicas, estas deberían adoptar un papel protagonista en este ámbito.

En lo que se refiere a qué contenidos abordar, en base a las frecuencias de interés aisladas durante el estudio, sería apropiado aportar más información útil y accesible en los campos de la medicina, la psicología y las nuevas tecnologías, pues han sido seleccionadas por los encuestados como las disciplinas científicas de mayor interés. No obstante, estos mismos resultados deberían derivar en replantarse por qué el resto de las disciplinas no son tan interesantes de cara al público general, e intentar dar con las herramientas apropiadas para revertir esa situación. Habría que actuar de igual manera con aquellos temas del ámbito biotecnológico que menos interés suscitan, como por ejemplo es el caso de la agrobiotecnología. En este caso, fomentar campañas de acercamiento de la agricultura al ciudadano podrían ser interesantes de cara a transmitir la importancia de los avances científicos en este sector y la repercusión de estos en la sociedad, dependiendo de ello algo tan básico como esencial para la humanidad, la producción de alimentos. Por otra parte, persiguiendo el fin de acercar la ciencia a la sociedad y con ello reducir los miedos y la incertidumbre de la gente, también sería conveniente reforzar la divulgación sobre aquellos temas que menos confianza generan. Lo que, según los resultados obtenidos, se podría llevar a cabo aportando a la ciudadanía información que resuelva de manera concisa sus dudas respecto a la modificación genética de organismos y la reproducción asistida.

En cuanto a qué medios usar, desde el ámbito público, sería interesante la financiación por parte del gobierno de talleres interactivos sobre biotecnología en escuelas, bibliotecas y centros comunitarios para educar a niños y adultos sobre los conceptos básicos y las aplicaciones de la biotecnología; la organización de ferias y eventos científicos locales o regionales, donde se pueda exhibir y explicar proyectos y avances biotecnológicos, brindando la oportunidad de interactuar directamente con el público y responder a sus preguntas; la realización de conferencias y charlas en centros educativos, universidades y otros espacios públicos, con el objetivo de informar y concienciar a la población sobre los avances y beneficios de esta disciplina; e incluso elaborar programas de divulgación sobre biotecnología en televisión, radio y medios digitales, pudiendo presentar entrevistas con expertos, reportajes sobre investigaciones destacadas y debates sobre temas de actualidad en biotecnología.

¿Y a quién debe dirigirse la divulgación sobre biotecnología? La conclusión es que la divulgación ha de enfocarse con el fin de alcanzar a todo el espectro poblacional, pues como se ha observado en el estudio, no hay diferencias significativas en cuanto a consumo de divulgación por diferencias de género, edad, nivel de estudios o incluso área formativa. Por tanto, la divulgación ha de ser planteada como una herramienta comunicativa de libre acceso, una fuente de conocimientos accesible y enriquecedora para todos por igual.

En definitiva, la divulgación nos enriquece culturalmente y nos permite avanzar como sociedad, es un hecho. Pero la divulgación, al igual que la investigación en ciencia, requiere de esfuerzo e inversión. Si queremos obtener un resultado distinto en cuanto a cómo asimila la sociedad los avances científicos, tendremos que hacer algo diferente, buscar nuevas vías para acercar la ciencia, y con ello la biotecnología, a las personas. Es necesario, hagámoslo.

5. CONCLUSIONES

- 1) En base al sistema de valoración llevado a cabo en el presente estudio, el nivel medio de conocimientos sobre biotecnología de la población general se ubica en torno a una puntuación de seis sobre diez. Este resultado refleja un grado de conocimientos bajo-medio de acuerdo a la dificultad del cuestionario efectuado.
- 2) No se ha visto correlación entre el nivel de conocimientos de las personas encuestadas (puntuación) y su género, edad, nivel de estudios o área de formación académica.
- 3) No se ha detectado correlación entre la frecuencia de consumo de divulgación científica y la edad o el área de formación académica de los encuestados. Sí se ha detectado cierta asociación entre determinados niveles de estudios y la frecuencia de consumo de divulgación científica, aunque no correlacionan (mayor nivel de estudios no implica necesariamente mayor consumo de divulgación). La única correlación válida tiene lugar entre un mayor consumo de divulgación científica (sin especificar el tema) y un mayor nivel de conocimientos sobre biotecnología (puntuación).
- 4) La población encuestada considera que la divulgación científica es importante pero que el ejercicio divulgativo por parte de las instituciones públicas es insuficiente actualmente.
- 5) Las disciplinas científicas de mayor interés para el universo muestral son: la medicina, la psicología y la tecnología elegidas por un 30%, 19% y 18% de los encuestados respectivamente.
- 6) Los temas biotecnológicos que menos confianza transmiten a la muestra poblacional son: la modificación genética de organismos vivos y la reproducción asistida a la carta, elegidos por un 41% y 34% de los encuestados respectivamente.
- 7) Los campos biotecnológicos que más interés suscitan en la muestra poblacional son: la salud humana y la industria alimentaria, escogidos por un 71% y 13% de los encuestados respectivamente.

6. BIBLIOGRAFÍA

AAAS. (1986). *Science for all Americans: American Association for the Advancement of Science*. Oxford University Press.

Bauer, M., Allum, N., & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, 16(1), 79-95. [doi:10.1177/0963662506071287](https://doi.org/10.1177/0963662506071287)

Bauer, M., Durant, J., & Evans, G. (1994). European public perceptions of science. *International Journal of Public Opinion Research*, 6(2), 163-186. [doi:10.1093/ijpor/6.2.163](https://doi.org/10.1093/ijpor/6.2.163)

Bodmer, W. (2010). Public Understanding of Science: the BA, the Royal Society and COPUS. Notes and Records of the Royal Society of London, 64, S151-S161. Retrieved from www.jstor.org/stable/20753930

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, USA: Heinemann.

Castells, M. (2001). *The Internet galaxy: Reflections on the Internet, business, and society*. Oxford & New York: Oxford University Press.

Davis, R. C. (1958). *The public impact of science in the mass media*. A report on a nation-wide survey for the National Association of Science Writers. Retrieved from Michigan, EE. UU.: <https://searchworks.stanford.edu/view/2804687>

Dewey, J. (1934). The Supreme Intellectual Obligation. *Bulletin of the American Association of University Professors (1915-1955)*, 20(5), 306-309. [doi:10.2307/40218960](https://doi.org/10.2307/40218960)

Durant, J., Evans, G., & Thomas, G. (1992). Public understanding of science in Britain: the role of medicine in the popular representation of science. *Public Understanding of Science*, 1(2), 161-182. [doi:10.1088/0963-6625/1/2/002](https://doi.org/10.1088/0963-6625/1/2/002)

Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología en España (EPSCT). Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), 2022. Microdatos: Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología en España (EPSCT). Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Microdatos 2022 – edición 1.0. doi.org/10.58121/msx6-zd63

Gabel, L. L. (1976). *The development of a model to determine perceptions of scientific literacy*. (PhD Doctoral dissertation). Ohio State University, Ohio, USA. <https://bit.ly/2RItRic>

Holton, G. J. (1993). *Science and anti-science*. Cambridge, USA London, UK: Harvard University Press.

Irwin, A., & Wynne, B. (1996). *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press

Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121–1134. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>

Laspra, B. (2015). *Concepto y dimensiones de la cultura científica. Una revisión crítica de los paradigmas en comprensión pública de la ciencia*. (PhD Doctoral dissertation). Universidad de Oviedo, Oviedo, Spain.

Layton, D., Jenkins, E., & Donnelly, J. (1994). Scientific and technological literacy: meanings and rationales; an annotated bibliography. Retrieved from Paris: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000101262>

Lewenstein, B. (2010). *Models of Public Understanding: The Politics of Public Engagement*. *Artefactos*, 3(1), 13-29. <https://hdl.handle.net/1813/37363>

Lewenstein, B. (1995). *Science and the Media*. In S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen, & T. Pinch (Eds.), *Handbook of science and technology studies* (pp. 343-360). London: SAGE Publications.

Miller, J. (1983). *Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review*. *Daedalus*, 112(2), 29-48. Retrieved from www.jstor.org/stable/20024852

Miller, J. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203-223. doi:10.1088/0963-6625/7/3/001

Miller, J. (2014). *La importancia de la alfabetización científica en un mundo just in time*. In B. Laspra & E. Muñoz (Eds.), *Culturas científicas e innovadoras. Progreso social* (pp. 73-99). Buenos Aires: Eudeba

Miller, J. D., Pardo, R., & Niwa, F. (1997). *Public perceptions of science and technology. A comparative study of the European Union, the United States, Japan, and Canada*. Madrid: Fundación BBV & Chicago Academy of Sciences.

Montañés, Ó. (2011). *Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia*. (PhD Doctoral dissertation). Universidad de Salamanca, Salamanca. Retrieved from <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc4t751> Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes database.

Muñoz van den Eynde, A. (2012). Diez años de encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología en España: ha cambiado la actitud de la población. In *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2012* (pp. 257-291). Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

Muñoz van den Eynde, A. (2014). Reflexión cognitiva. Implicaciones para la validez de las encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología. In A. Muñoz van den Eynde & E. Lopera Pareja (Eds.), *La percepción social de la ciencia: claves para la cultura científica* (pp. 47-79). Madrid: Los Libros de la Catarata.

Panorama mundial de la diabetes en 2021. (s. f.). <https://www.makingdiabeteseasier.com/es/diabetes-explicada/diabetes/panorama-mundial-diabetes-2021>

Pardo, R. (2001). La cultura científico-tecnológica de las sociedades de la modernidad tardía. *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, 51, 35-63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7225552>

Pardo, R. (2014). De la alfabetización científica a la cultura científica: un nuevo modelo de apropiación social de la ciencia. In B. Laspra & E. Muñoz (Eds.), *Culturas científicas e innovadoras. Progreso social* (pp. 39-72). Buenos Aires: Eudeba.

Pardo, R., & Calvo, F. (2002). Attitudes toward science among the European public: a methodological analysis. *Public Understanding of Science*, 11(2), 155-195. doi:10.1088/0963-6625/11/2/305

Pella, M. O., O'hearn, G. T., & Gale, C. W. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(3), 199-208. [doi:10.1002/tea.3660040317](https://doi.org/10.1002/tea.3660040317)

Publications Office of the European Union. (2020). *Science with and for society in Horizon 2020 : achievements and recommendations for Horizon Europe*. Publications Office of the EU. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/770d9270-cbc7-11ea-adf7-01aa75ed71a1>

Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Jersey, USA: Rutgers University Press.

Shen, B. S. P. (1975). *Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike*. *American Scientist*, 63(3), 265-268. Retrieved from www.jstor.org/stable/2784546

Society, R. (1985). *The Public Understanding of Science* (0854032576). Retrieved from London, EU: https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/publications/_1985/10700.pdf

Sturgis, P., & Allum, N. (2004). Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes. *Public Understanding of Science*, 13(1), 55-74. [doi:10.1177/0963662504042690](https://doi.org/10.1177/0963662504042690)

Thomas, G., & Durant, J. (1987). *Why should we promote the public understanding of science?* In M. Shortland (Ed.), *Scientific Literacy Papers: A Journal of Research in Science, Education and the Public* (pp. 1-14). Oxford: University of Oxford Department for External Studies.

WMA - *The World Medical Association-Declaración de Helsinki*. (s. f.). <https://www.wma.net/es/que-hacemos/etica-medica/declaracion-de-helsinki/>

Ziman, J. (1991). Public Understanding of Science. *Science, Technology, & Human Values*, 16(1), 99-105. [doi:10.1177/016224399101600106](https://doi.org/10.1177/016224399101600106)

7. ANEXO

7.1. TABLAS

Tabla 1. Tabla recopilatoria de los géneros de la muestra.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Femenino	73	62,9	62,9	62,9
	Masculino	43	37,1	37,1	100,0
	Total	116	100,0	100,0	

Tabla 2. Tabla recopilatoria de los rangos de edad de la muestra.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos de 18 años	17	14,7	14,7	14,7
	Entre 18 y 30 años	46	39,7	39,7	54,3
	Entre 31 y 50 años	28	24,1	24,1	78,4
	Entre 51 y 65 años	22	19,0	19,0	97,4
	Más de 65 años	3	2,6	2,6	100,0
	Total	116	100,0	100,0	

Tabla 3. Tabla recopilatoria del nivel de estudios de la muestra.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Educación primaria.	3	2,6	2,6	2,6
	Educación secundaria obligatoria (ESO) o equivalente.	6	5,2	5,2	7,8
	Formación profesional.	4	3,4	3,4	11,2
	Grado medio o superior.	4	3,4	3,4	14,7
	Bachillerato.	28	24,1	24,1	38,8
	Estudios universitarios (grado/licenciatura).	45	38,8	38,8	77,6
	Máster.	24	20,7	20,7	98,3
	Doctorado	2	1,7	1,7	100,0
	Total	116	100,0	100,0	

Tabla 4. Tabla recopilatoria de las áreas de conocimiento de los encuestados.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NS/NC	4	3,4	3,4	3,4
	Ciencias naturales: Física, Química, Biología, Astronomía, Geología, etc.	17	14,7	14,7	18,1
	Ciencias de la salud: Medicina, Enfermería, Farmacia, Odontología, Veterinaria, etc.	27	23,3	23,3	41,4
	Tecnología y ciencias técnicas: Informática, Arquitectura, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, etc.	24	20,7	20,7	62,1
	Ciencias sociales: Sociología, Psicología, Economía, Trabajo Social, Ciencias Políticas, etc.	30	25,9	25,9	87,9
	Humanidades: Filosofía, Historia, Lengua y Literatura, Bellas Artes, etc.	7	6,0	6,0	94,0
	Arte: Danza, Música, Diseño de moda, Fotografía, etc.	3	2,6	2,6	96,6
	No tengo formación académica.	4	3,4	3,4	100,0
	Total	116	100,0	100,0	

Tabla 7. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x GÉNERO.

		Género		Total
		Femenino	Masculino	
Puntuación 1,00	Recuento	1	1	2
	% del total	0,9%	0,9%	1,7%
2,00	Recuento	1	0	1
	% del total	0,9%	0,0%	0,9%
3,00	Recuento	7	0	7
	% del total	6,0%	0,0%	6,0%
4,00	Recuento	8	4	12
	% del total	6,9%	3,4%	10,3%
5,00	Recuento	8	6	14
	% del total	6,9%	5,2%	12,1%
6,00	Recuento	20	14	34
	% del total	17,2%	12,1%	29,3%
7,00	Recuento	15	8	23
	% del total	12,9%	6,9%	19,8%
8,00	Recuento	7	4	11
	% del total	6,0%	3,4%	9,5%
9,00	Recuento	3	3	6
	% del total	2,6%	2,6%	5,2%
10,00	Recuento	3	3	6
	% del total	2,6%	2,6%	5,2%
Total	Recuento	73	43	116
	% del total	62,9%	37,1%	100,0%

Tabla 8. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x RANGO DE EDAD.

		Rango de edad					Total
		Menos de 18 años	Entre 18 y 30 años	Entre 31 y 50 años	Entre 51 y 65 años	Más de 65 años	
Puntuación 1,00	Recuento	1	1	0	0	0	2
	% del total	0,9%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	1,7%
2,00	Recuento	0	0	0	1	0	1
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%
3,00	Recuento	1	3	2	1	0	7
	% del total	0,9%	2,6%	1,7%	0,9%	0,0%	6,0%
4,00	Recuento	0	2	6	4	0	12
	% del total	0,0%	1,7%	5,2%	3,4%	0,0%	10,3%
5,00	Recuento	4	5	4	1	0	14
	% del total	3,4%	4,3%	3,4%	0,9%	0,0%	12,1%
6,00	Recuento	6	12	6	8	2	34
	% del total	5,2%	10,3%	5,2%	6,9%	1,7%	29,3%
7,00	Recuento	2	12	6	2	1	23
	% del total	1,7%	10,3%	5,2%	1,7%	0,9%	19,8%
8,00	Recuento	1	6	2	2	0	11
	% del total	0,9%	5,2%	1,7%	1,7%	0,0%	9,5%
9,00	Recuento	1	0	2	3	0	6
	% del total	0,9%	0,0%	1,7%	2,6%	0,0%	5,2%
10,00	Recuento	1	5	0	0	0	6
	% del total	0,9%	4,3%	0,0%	0,0%	0,0%	5,2%
Total	Recuento	17	46	28	22	3	116
	% del total	14,7%	39,7%	24,1%	19,0%	2,6%	100,0%

Tabla 9. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x NIVEL DE ESTUDIOS.

Puntuación		Nivel de estudios								Total
		Educación primaria.	Educación secundaria obligatoria (ESO) o equivalente.	Formación profesional.	Grado medio o superior.	Bachillerato.	Estudios universitarios (grado/licenciatura).	Máster.	Doctorado	
1,00	Recuento	1	0	0	1	0	0	0	0	2
	% del total	0,9%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,7%
2,00	Recuento	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	% del total	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
3,00	Recuento	0	1	0	1	1	3	1	0	7
	% del total	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%	0,9%	2,6%	0,9%	0,0%	6,0%
4,00	Recuento	1	0	0	0	3	6	1	1	12
	% del total	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	5,2%	0,9%	0,9%	10,3%
5,00	Recuento	0	0	0	2	5	4	3	0	14
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	1,7%	4,3%	3,4%	2,6%	0,0%	12,1%
6,00	Recuento	0	1	2	0	7	13	11	0	34
	% del total	0,0%	0,9%	1,7%	0,0%	6,0%	11,2%	9,5%	0,0%	29,3%
7,00	Recuento	1	1	1	0	4	12	3	1	23
	% del total	0,9%	0,9%	0,9%	0,0%	3,4%	10,3%	2,6%	0,9%	19,9%
8,00	Recuento	0	1	0	0	5	3	2	0	11
	% del total	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	4,3%	2,6%	1,7%	0,0%	9,5%
9,00	Recuento	0	1	0	0	1	2	2	0	6
	% del total	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,9%	1,7%	1,7%	0,0%	5,2%
10,00	Recuento	0	1	0	0	2	2	1	0	6
	% del total	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	1,7%	1,7%	0,9%	0,0%	5,2%
Total	Recuento	3	6	4	4	28	45	24	2	116
	% del total	2,6%	5,2%	3,4%	3,4%	24,1%	38,8%	20,7%	1,7%	100,0%

Tabla 10. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x ÁREA DE CONOCIMIENTOS

Puntuación		Área de conocimientos								Total
		NS/NC	Ciencias naturales: Física, Química, Biología, Astronomía, Geología, etc.	Ciencias de la salud: Medicina, Enfermería, Farmacia, Odontología, Veterinaria, etc.	Tecnología y ciencias técnicas: Informática, Arquitectura, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, etc.	Ciencias sociales: Sociología, Psicología, Economía, Trabajo Social, Ciencias Políticas, etc.	Humanidades: Filosofía, Historia, Lengua y Literatura, Bellas Artes, etc.	Arte: Danza, Música, Diseño de moda, Fotografía, etc.	No tengo formación académica.	
1,00	Recuento	0	0	0	1	0	0	0	1	2
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	1,7%
2,00	Recuento	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	% del total	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
3,00	Recuento	0	1	3	0	3	0	0	0	7
	% del total	0,0%	0,9%	2,6%	0,0%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	6,0%
4,00	Recuento	0	3	0	2	4	2	1	0	12
	% del total	0,0%	2,6%	0,0%	1,7%	3,4%	1,7%	0,9%	0,0%	10,3%
5,00	Recuento	1	1	1	5	5	1	0	0	14
	% del total	0,9%	0,9%	0,9%	4,3%	4,3%	0,9%	0,0%	0,0%	12,1%
6,00	Recuento	1	5	9	7	9	2	1	0	34
	% del total	0,9%	4,3%	7,8%	6,0%	7,8%	1,7%	0,9%	0,0%	29,3%
7,00	Recuento	0	2	7	7	4	1	1	1	23
	% del total	0,0%	1,7%	6,0%	6,0%	3,4%	0,9%	0,9%	0,9%	19,9%
8,00	Recuento	1	0	5	0	3	1	0	1	11
	% del total	0,9%	0,0%	4,3%	0,0%	2,6%	0,9%	0,0%	0,9%	9,5%
9,00	Recuento	0	2	0	1	2	0	0	1	6
	% del total	0,0%	1,7%	0,0%	0,9%	1,7%	0,0%	0,0%	0,9%	5,2%
10,00	Recuento	0	3	2	1	0	0	0	0	6
	% del total	0,0%	2,6%	1,7%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,2%
Total	Recuento	4	17	27	24	30	7	3	4	116
	% del total	3,4%	14,7%	23,3%	20,7%	25,9%	6,0%	2,6%	3,4%	100,0%

Tabla 11. Tabla de contingencia PUNTUACIÓN x CONSUMO DE CIENCIA

		¿Con qué frecuencia consumes ciencia?					Total
		Nunca consumo divulgación científica.	Muy poca frecuencia.	De vez en cuando.	A menudo.	Todos los días.	
Puntuación 1,00	Recuento	0	2	0	0	0	2
	% del total	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,7%
2,00	Recuento	0	1	0	0	0	1
	% del total	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
3,00	Recuento	0	3	2	2	0	7
	% del total	0,0%	2,6%	1,7%	1,7%	0,0%	6,0%
4,00	Recuento	1	1	8	2	0	12
	% del total	0,9%	0,9%	6,9%	1,7%	0,0%	10,3%
5,00	Recuento	2	1	7	2	2	14
	% del total	1,7%	0,9%	6,0%	1,7%	1,7%	12,1%
6,00	Recuento	0	5	18	8	3	34
	% del total	0,0%	4,3%	15,5%	6,9%	2,6%	29,3%
7,00	Recuento	0	4	9	10	0	23
	% del total	0,0%	3,4%	7,8%	8,6%	0,0%	19,8%
8,00	Recuento	0	3	6	2	0	11
	% del total	0,0%	2,6%	5,2%	1,7%	0,0%	9,5%
9,00	Recuento	0	0	2	1	3	6
	% del total	0,0%	0,0%	1,7%	0,9%	2,6%	5,2%
10,00	Recuento	0	0	0	3	3	6
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	2,6%	5,2%
Total	Recuento	3	20	52	30	11	116
	% del total	2,6%	17,2%	44,8%	25,9%	9,5%	100,0%

Tabla 12. Tabla de contingencia EDAD x CONSUMO DE CIENCIA

		¿Con qué frecuencia consumes ciencia?					Total
		Nunca consumo divulgación científica.	Muy poca frecuencia.	De vez en cuando.	A menudo.	Todos los días.	
Rango de edad Menos de 18 años	Recuento	0	3	6	6	2	17
	% del total	0,0%	2,6%	5,2%	5,2%	1,7%	14,7%
Entre 18 y 30 años	Recuento	2	10	15	14	5	46
	% del total	1,7%	8,6%	12,9%	12,1%	4,3%	39,7%
Entre 31 y 50 años	Recuento	0	1	17	9	1	28
	% del total	0,0%	0,9%	14,7%	7,8%	0,9%	24,1%
Entre 51 y 65 años	Recuento	1	5	12	1	3	22
	% del total	0,9%	4,3%	10,3%	0,9%	2,6%	19,0%
Más de 65 años	Recuento	0	1	2	0	0	3
	% del total	0,0%	0,9%	1,7%	0,0%	0,0%	2,6%
Total	Recuento	3	20	52	30	11	116
	% del total	2,6%	17,2%	44,8%	25,9%	9,5%	100,0%

Tabla 13. Tabla de contingencia NIVEL DE ESTUDIOS x CONSUMO DE CIENCIA

		¿Con qué frecuencia consumes ciencia?					Total
		Nunca consumo divulgación científica.	Muy poca frecuencia.	De vez en cuando.	A menudo.	Todos los días.	
Nivel de estudios Educación primaria.	Recuento	0	1	2	0	0	3
	% del total	0,0%	0,9%	1,7%	0,0%	0,0%	2,6%
Educación secundaria obligatoria (ESO) o equivalente.	Recuento	0	0	3	3	0	6
	% del total	0,0%	0,0%	2,6%	2,6%	0,0%	5,2%
Formación profesional.	Recuento	0	2	1	0	1	4
	% del total	0,0%	1,7%	0,9%	0,0%	0,9%	3,4%
Grado medio o superior.	Recuento	1	2	1	0	0	4
	% del total	0,9%	1,7%	0,9%	0,0%	0,0%	3,4%
Bachillerato.	Recuento	1	6	10	8	3	28
	% del total	0,9%	5,2%	8,6%	6,9%	2,6%	24,1%
Estudios universitarios (grado/licenciatura).	Recuento	1	5	25	11	3	45
	% del total	0,9%	4,3%	21,6%	9,5%	2,6%	38,8%
Máster.	Recuento	0	4	9	7	4	24
	% del total	0,0%	3,4%	7,8%	6,0%	3,4%	20,7%
Doctorado	Recuento	0	0	1	1	0	2
	% del total	0,0%	0,0%	0,9%	0,9%	0,0%	1,7%
Total	Recuento	3	20	52	30	11	116
	% del total	2,6%	17,2%	44,8%	25,9%	9,5%	100,0%

Tabla 14. Tabla de contingencia ÁREA DE CONOCIMIENTOS x CONSUMO DE CIENCIA

			¿Con qué frecuencia consumes ciencia?					Total
			Nunca consumo divulgación científica.	Muy poca frecuencia.	De vez en cuando.	A menudo.	Todos los días.	
Area de conocimientos	NS/NC	Recuento	0	1	3	0	0	4
		% del total	0,0%	0,9%	2,6%	0,0%	0,0%	3,4%
	Ciencias naturales: Física, Química, Biología, Astronomía, Geología, etc.	Recuento	1	2	5	7	2	17
		% del total	0,9%	1,7%	4,3%	6,0%	1,7%	14,7%
	Ciencias de la salud: Medicina, Enfermería, Farmacia, Odontología, Veterinaria, etc.	Recuento	0	3	10	10	4	27
		% del total	0,0%	2,6%	8,6%	8,6%	3,4%	23,3%
	Tecnología y ciencias técnicas : Informática, Arquitectura, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, etc.	Recuento	1	5	11	5	2	24
		% del total	0,9%	4,3%	9,5%	4,3%	1,7%	20,7%
	Ciencias sociales: Sociología, Psicología, Economía, Trabajo Social, Ciencias Políticas, etc.	Recuento	1	8	16	3	2	30
	% del total	0,9%	6,9%	13,8%	2,6%	1,7%	25,9%	
Humanidades: Filosofía, Historia, Lengua y Literatura, Bellas Artes, etc.	Recuento	0	0	4	3	0	7	
	% del total	0,0%	0,0%	3,4%	2,6%	0,0%	6,0%	
Arte: Danza, Música, Diseño de moda, Fotografía, etc.	Recuento	0	0	1	1	1	3	
	% del total	0,0%	0,0%	0,9%	0,9%	0,9%	2,6%	
No tengo formación académica.	Recuento	0	1	2	1	0	4	
	% del total	0,0%	0,9%	1,7%	0,9%	0,0%	3,4%	
Total	Recuento	3	20	52	30	11	116	
	% del total	2,6%	17,2%	44,8%	25,9%	9,5%	100,0%	

Tabla 19. Respuestas a la pregunta «¿Dirías que la divulgación científica es importante para la sociedad?»

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NS/NC.	8	6,9	6,9	6,9
	Sí.	108	93,1	93,1	100,0
	Total	116	100,0	100,0	

Tabla 20. Respuestas a la pregunta «¿Es suficiente la divulgación que hacen las instituciones?»

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NS/NC.	7	6,0	6,0	6,0
	Sí.	3	2,6	2,6	8,6
	No.	106	91,4	91,4	100,0
	Total	116	100,0	100,0	

Tabla 21. Respuestas a la pregunta «¿Qué disciplina científica te resulta de mayor interés?»

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NS/NC.	1	,9	,9	,9
	Matemáticas.	11	9,5	9,5	10,3
	Medicina.	35	30,2	30,2	40,5
	Química.	7	6,0	6,0	46,6
	Física.	7	6,0	6,0	52,6
	Biología.	12	10,3	10,3	62,9
	Psicología.	22	19,0	19,0	81,9
	Tecnología.	21	18,1	18,1	100,0
	Total	116	100,0	100,0	

Tabla 22. Respuestas a la pregunta «¿Has oído hablar de la biotecnología?»

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos No, nunca.	7	6,0	6,0	6,0
Creo que sí, pero no estoy muy seguro/a.	23	19,8	19,8	25,9
Sí, aunque solo tengo una ligera idea de lo que es.	75	64,7	64,7	90,5
Sí, y sé perfectamente lo que es.	11	9,5	9,5	100,0
Total	116	100,0	100,0	

Tabla 23. Respuestas a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan menos confianza?»

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos NS/NC.	10	8,6	8,6	8,6
Desarrollo de nuevas vacunas.	9	7,8	7,8	16,4
Reproducción asistida a la carta.	40	34,5	34,5	50,9
Desarrollo de nuevos fármacos más potentes.	10	8,6	8,6	59,5
Modificación genética de organismos vivos.	47	40,5	40,5	100,0
Total	116	100,0	100,0	

Tabla 24. Respuestas a la pregunta «¿Qué temas de biotecnología te generan más interés?»

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos NS/NC.	3	2,6	2,6	2,6
Industria farmacéutica (vacunas, medicamentos...).	13	11,2	11,2	13,8
Industria alimentaria (suplementación, nuevos bioproductos...).	15	12,9	12,9	26,7
Industria agraria (nuevos cultivos, transgénicos...).	3	2,6	2,6	29,3
Salud humana (terapias génicas, tratamientos de cáncer, enfermedades raras...).	82	70,7	70,7	100,0
Total	116	100,0	100,0	

7.2. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030

Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030

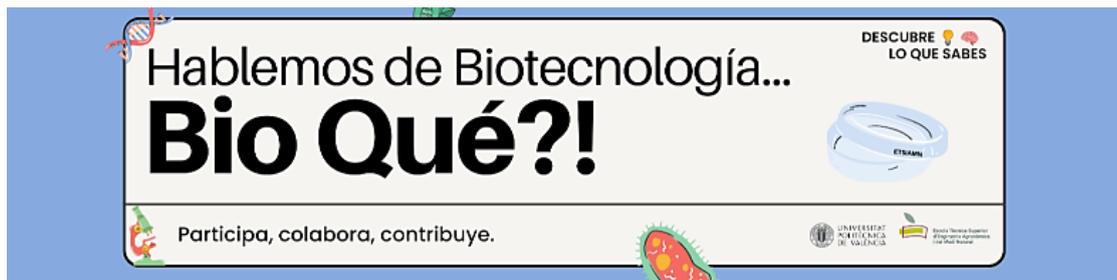
Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.		X		
ODS 3. Salud y bienestar.		X		
ODS 4. Educación de calidad.	X			
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.				X
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.		X		
ODS 13. Acción por el clima.		X		
ODS 14. Vida submarina.		X		
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.		X		
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

Este trabajo, dado su objetivo de reforzar la divulgación científica sobre biotecnología, guarda un alto grado de relación con el ODS 4, vinculado a una educación de calidad. Una mejor divulgación científica, se traduce en una población con más conocimientos sobre ciencia y por tanto más preparada para afrontar el día a día. Por otra parte, aunque en menor grado, este trabajo también se relacionaría con los ODS 2, 3, 12, 13, 14 y 15, pues a través de la divulgación, podemos contribuir a la construcción de una sociedad más concienciada y comprometida con aspectos relativos a la disminución del hambre en el mundo, la mejora de la salud y el bienestar, la producción y el consumo responsables, la acción por el clima, la vida submarina y la vida de los ecosistemas terrestres.

En definitiva, la transmisión de los conocimientos científicos a la ciudadanía es una herramienta poderosísima y crucial para lograr una sociedad enriquecida culturalmente y preparada para afrontar el futuro que nos espera.

7.3. CUESTIONARIO



Hablemos de Biotecnología...
Bio Qué?!

DESCUBRE LO QUE SABES

Participa, colabora, contribuye.

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
Departament d'Enginyeria Agrària i Alimentària

Hablemos de Biotecnología...

ANTES DE ENTRAR EN MATERIA, NOS GUSTARÍA SABER UN POQUITO SOBRE TI.

¿Con qué género te identificas?

(1/28)

- Masculino.
- Femenino.
- Otro.
- NS/NC.

Sabemos que está feo preguntar la edad, pero piensa que es un mero trámite. ¿En qué rango de edad te encuentras?

(2/28)

- Menos de 18 años.
- Entre 18 y 30 años.
- Entre 31 y 50 años.
- Entre 51 y 65 años.
- Más de 65 años.
- NS/NC.

¿Cuál es tu nivel de estudios hasta el momento? *

(3/28)

- Educación primaria.
- Educación secundaria obligatoria (ESO) o equivalente.
- Formación profesional.
- Grado medio o superior.
- Bachillerato.
- Estudios universitarios (grado/licenciatura).
- Máster.
- Doctorado.
- NS/NC.

¿A qué rama del conocimiento dirías que se aproxima más tu formación académica? *

(4/28)

- Ciencias naturales: Física, Química, Biología, Astronomía, Geología, etc.
- Ciencias de la salud: Medicina, Enfermería, Farmacia, Odontología, Veterinaria, etc.
- Tecnología y ciencias técnicas : Informática, Arquitectura, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, etc.
- Ciencias sociales: Sociología, Psicología, Economía, Trabajo Social, Ciencias Políticas, etc.
- Humanidades: Filosofía, Historia, Lengua y Literatura, Bellas Artes, etc.
- Arte: Danza, Música, Diseño de moda, Fotografía, etc.
- No tengo formación académica.
- NS/NC.

¿Cuál es tu ocupación actual?

(5/28)

- Estudiante.
- Trabajador por cuenta ajena.
- Trabajador por cuenta propia.
- Desempleado.
- Jubilado.
- NS/NC.

¿Cómo has tenido conocimiento de esta actividad?

(6/28)

- Correo electrónico.
- Redes sociales.
- Personas cercanas.
- Otro.
- NS/NC.

ES EL MOMENTO DE QUE AVERIGÜES CUÁNTO SABES SOBRE BIOTECNOLOGÍA

Tranquil@, esto no es un examen y no estás siendo evaluad@. ¡Lo importante es contestar de forma honesta!

¿Has oído hablar de la Biotecnología?

(7/28)

- Sí, y sé perfectamente lo que es.
- Sí, aunque solo tengo una ligera idea de lo que es.
- Creo que sí, pero no estoy muy seguro/a.
- No, nunca.
- NS/NC.

¿Cuál dirías que es la rama de la Biotecnología dedicada a procesos industriales?

(8/28)

- La rama verde.
- La rama roja.
- La rama gris.
- La rama blanca.
- NS/NC.

Solo uno de los siguientes productos NO se obtiene haciendo uso de la Biotecnología alimentaria, ¿Cuál dirías que es?

(9/28)

- Pan.
- Lácteos.
- Cerveza.
- Marisco.
- NS/NC.

Los probióticos son:

(10/28)

- Microorganismos vivos que al ingerirlos proporcionan beneficios para la salud.
- Grupo de personas a favor del uso de las bacterias en industria.
- Un tipo de microbio resistente a los antibióticos.
- Un tipo de antibiótico que favorece la actividad de la microbiota humana.
- NS/NC.

Si te dijeran que un alimento (por ejemplo, un salmón) es transgénico, ¿Qué entenderías?

(11/28)

- Que tiene algo de otro organismo.
- Que es tóxico.
- Que no se sabe cuál es su sexo.
- Que no se recomienda comerlo.
- NS/NC.

¿A qué dirías que están asociadas las siglas CRISPR?

(12/28)

- A una herramienta de edición genética.
- A una técnica de microscopia de última generación.
- Al nombre del gen que regula la diabetes.
- Al Comité Responsable de Investigaciones Sanitarias Públicas y Reconocidas (CRISPR).
- NS/NC.

Las siglas OMG (en inglés GMO), ¿A qué dirías que se refieren?

(13/28)

- Organismos mezclados genéticamente.
- Organismos mejorados genéticamente.
- Organismos modificados genéticamente.
- Organismos mudados geográficamente.
- NS/NC.

Dirías que la frase "Un tomate convencional tiene genes que nos comemos" es:
(14/28)

- Verdadera.
- Falsa. Sólo los tomates transgénicos tienen genes.
- Falsa. Los tomates convencionales no tienen genes.
- Falsa. Los genes son algo exclusivo de los humanos.
- NS/NC.

Dirías que la frase "Actualmente es más eficiente obtener insulina del cerdo que de una bacteria" es:
(15/28)

- Verdadera, porque el cerdo al ser más parecido al ser humano nos permite sacar más rendimiento.
- Falsa, porque en realidad las bacterias son más eficientes hoy en día.
- Verdadera, porque no es recomendado usar bacterias para obtener insulina debido a que son peligrosas.
- Ninguna de las opciones anteriores es correcta.
- NS/NC.

Si te dijeran que cabe la posibilidad de que algunas vacunas inyectables sean reemplazadas comercialmente por vacunas comestibles (vacunas contenidas en frutas u hortalizas y que al ingerirlas nos protegen contra determinadas enfermedades), ¿Qué opinión tendrías al respecto?
(16/28)

- Puede que llegue a ser posible, pero solo en un futuro muy lejano.
- No me resulta creíble y no creo que llegue a existir esa posibilidad.
- Puede que llegue a ser posible en un futuro cercano.
- Me resulta creíble y sospecho que ya se están comercializando.
- NS/NC.

**En relación a la pregunta anterior, ¿Estarías dispuesto a comerte una vacuna?
(17/28)**

- Sí, sin ningún problema.
- Sí, pero elegiría otra opción si la hubiere.
- No, de ninguna manera.
- No, salvo que no haya otra opción.
- NS/NC.

**¿Quién dirías que descubrió la penicilina?
(18/28)**

- Gregor Mendel.
- Louis Pasteur.
- Alexander Fleming.
- Rosalind Franklin.
- NS/NC.

**¿Sabrías decir por qué fue conocido Edward Jenner?
(19/28)**

- Fue el descubridor de la primera vacuna de la historia.
- Fue el primero en describir la estructura del ADN.
- Fue el autor del famoso libro El origen de las especies.
- Fue el principal contribuidor al desarrollo de la técnica de PCR.
- NS/NC.

**POR ÚLTIMO, NOS AYUDARÍA MUCHO CONOCER TU OPINIÓN ACERCA DE LA
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA.**

Queremos saber cuáles son tus inquietudes para que la divulgación pueda ofrecerte lo que buscas.

¿Qué disciplina científica te resulta de mayor interés?

(20/28)

- Matemáticas.
- Medicina.
- Química.
- Física.
- Biología.
- Psicología.
- Tecnología.
- NS/NC.
- Otro: _____

¿Cuáles son los motivos que te llevan a interesarte por la ciencia?

(21/28)

- Curiosidad por ciertos temas.
- Necesidad laboral.
- Entretenimiento.
- No consumo ciencia.
- NS/NC.

¿Qué medios prefieres para informarte sobre temas científicos?

(22/28)

- Televisión.
- Radio.
- Lectura de libros / revistas científicas.
- Artículos científicos.
- Vídeos de YouTube.
- Redes sociales en general.
- NS/NC.

¿Con qué frecuencia te informas sobre ciencia?

(23/28)

- Nunca consumo divulgación científica.
- Muy poca frecuencia.
- De vez en cuando.
- A menudo.
- Todos los días.
- NS/NC.

¿Sabrías definir qué es la divulgación científica en una breve frase?

(24/28)

Tu respuesta

¿Dirías que la divulgación científica es importante para la sociedad?

(25/28)

- Sí
- No
- NS/NC.

Teniendo en cuenta la información que recibes de las instituciones públicas,
¿Piensas que hacen suficiente divulgación sobre Biotecnología?
(26/28)

- Sí.
- No.
- NS/NC.

¿Qué tema relacionado con la Biotecnología dirías que te genera menos
confianza?
(27/28)

- Desarrollo de nuevas vacunas.
- Reproducción asistida a la carta.
- Desarrollo de nuevos fármacos más potentes.
- Modificación genética de organismos vivos.
- NS/NC.

¿Sobre qué temas relacionados con la Biotecnología te gustaría saber más?
(28/28)

- Industria farmacéutica (vacunas, medicamentos...).
- Industria alimentaria (suplementación, nuevos bioproductos...).
- Industria agraria (nuevos cultivos, transgénicos...).
- Salud humana (terapias génicas, tratamientos de cáncer, enfermedades raras...).
- NS/NC.
- Otro: _____

HASTA AQUÍ EL CUESTIONARIO. ¡SOLO FALTA DARLE A ENVIAR!



