



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

La continuación de la filosofía por otros medios.
Una propuesta interdisciplinar.

The continuation of philosophy by other means.
An interdisciplinary proposal.

Autor

Francisco Javier Ferrer Echávarri

Director

David Pérez Chico

FACULTAD DE EDUCACIÓN
Año 2020

ÍNDICE

1- RESUMEN

2- ÉTICA Y EPISTEMOLOGÍA

3- CIENCIA INTEGRADA: EL CASO DE *CULTURA CIENTÍFICA*

4- PROBLEMAS DE LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

- ❖ Publish or perish
- ❖ Factor de impacto
- ❖ Revisión por pares
- ❖ El fraude científico
- ❖ Ciencia metafísica

5- HACIA UN CAMBIO DE PARADIGMA

6- UNA PROPUESTA INTERDISCIPLINAR

- ❖ Actividad base
- ❖ El foro inicial
- ❖ La formación de los grupos
- ❖ Adjudicación de recursos
- ❖ El filtro de la publicación

- ❖ La defensa del proyecto
- ❖ El cuaderno de campo
- ❖ Problemas de fraude

7- CONCLUSIÓN

8- BIBLIOGRAFÍA

9- ANEXOS

1. RESUMEN

El impulso para abordar este trabajo surge de la sospecha de un doble problema motivado por la escasa presencia de la filosofía en el currículo de ciencias en España. Acostumbrados al largo y profundo divorcio entre letras y ciencias, obviamos el vínculo esencial entre la búsqueda filosófica y su sucesora, la investigación científica, vínculo que justificaría el título del presente trabajo. Es muy dudoso que este vínculo sea apreciado por el alumnado de orientación científico-tecnológica. Con ello se pierde en gran medida la posibilidad de reflexionar sobre el propio método y de perfeccionar el procedimiento con el que este método se aplica en la realidad del día a día.

En primer lugar, intentaremos constatar en el trabajo la práctica ausencia en los currícula de reflexión, ya sea filosófica o metacientífica, sobre la propia ciencia. A continuación, esbozaremos una serie de motivos por los que se puede considerar que la puesta en práctica de la ciencia se encuentra actualmente en crisis y necesita ser repensada. Por último, plantearemos una propuesta metodológica interdisciplinar como modesto ejemplo de una estrategia encaminada a situar de nuevo la enseñanza de la filosofía en el terreno de la práctica científica.

2. ÉTICA Y EPISTEMOLOGÍA

¿Cuál es la cantidad y calidad de la reflexión filosófica en el currículo del Bachillerato de ciencias? ¿Es escasa, suficiente, excesiva por innecesaria? ¿Es adecuada, es decir, acorde en su forma y contenido a lo que el alumnado de ciencias necesita?

A la espera de lo que depare la prometida nueva ley del sistema educativo, hoy cualquier estudiante que se decante por lo que siempre se ha conocido como ciencias puras puede eludir en gran medida las materias filosóficas durante toda la Secundaria. Solo lo impide la obligatoriedad de cursar *Filosofía*, en 1º de Bachillerato. Formalmente, ese estudiante tiene la opción de escoger *Filosofía*, en 4º de la ESO e incluso *Historia de la Filosofía*, en 2º de Bachillerato, pero en la práctica estas posibilidades son más teóricas que reales.

Me atrevería a decir que, para la mayor parte del alumnado de ciencias, incluso ese único contacto con la filosofía resulta excesivo, pues consideran esta asignatura como la más inútil

entre todas las asignaturas humanísticas que se ven “forzados” a cumplimentar. Este es un prejuicio fuertemente arraigado contra el que no es fácil luchar, aunque argumentaremos más adelante en su contra. Pero ciñéndonos al currículo de las asignaturas que sí forman parte de su especialidad, ¿podemos hallar en ellas algún contenido filosófico o metacientífico?

La primera que nos viene a la cabeza al hacernos esta pregunta es que encontraremos, en alguna medida, ciertas referencias a dilemas éticos; concretamente, bioéticos¹. En efecto, así es, aunque en escaso número².

Podría argumentarse que todas las referencias al cuidado medioambiental, las cuales, en efecto, proliferan en varios temarios, deberían ser incluidas aquí. No obstante, estas referencias no implican debates éticos, sino técnicos. Un ejemplo puede encontrarse en *Biología y Geología*, de 1º. En el Bloque 4 de *Contenidos (La biodiversidad)* se incluye el ítem *El factor antrópico en la conservación de la biodiversidad*. La intervención humana en la estabilidad del medio ambiente no se evalúa, simplemente se constata, es un factor más. Esto queda ampliado en el Criterio 4.15.: *Conocer y enumerar las principales causas de pérdida de biodiversidad, de origen antrópico o no, así como y las amenazas más importantes para la extinción de especies*. Idénticos ejemplos podríamos extraer de *Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente y Geología*.

La protección medioambiental y la responsabilidad humana en su mantenimiento no es tema de discusión. En varios puntos de nuestra legislación educativa se afirma la transversalidad de esta idea, que puede y debe ser incorporada al proceso de enseñanza/aprendizaje en cualquier momento. Los verdaderos dilemas tienen que responder a la naturaleza de ese sustantivo: deben ofrecer varias posibilidades de actuación y, asimismo, es necesario que la elección entre ellas resulte compleja por la dificultad de evaluar los pros y contras de todas. Para nuestro sistema educativo, no hay dilema porque el negacionismo climático, por poner un ejemplo, no es una

¹ Ver Anexo 1. En adelante, todas las referencias a las distintas programaciones oficiales remiten a las recuperadas el 1 de abril de 2020 en: http://www.educaragon.org/HTML/carga_html.asp?id_submenu=60

² Para este propósito, incluimos las asignaturas de *Economía* y *Psicología*. De esta última, se lee en la introducción a su programación oficial que “*es importante (entender) la Psicología como una disciplina científica. (...) Uno de los rasgos inherentes de la Psicología es su concepción como saber humanístico y como ciencia biológica*”.

opción. No consideramos que se dé reflexión filosófica cuando la respuesta a las preguntas de una ciencia se alcanza desde dentro de esa misma ciencia.

Junto a estas pinceladas de reflexión ética, nos interesan sobre todo otra serie de referencias más numerosas que apuntan hacia la ciencia y su método en sí³. Resulta un tanto excesivo calificar estas referencias de epistemológicas, metacientíficas o propias de la filosofía de la ciencia, pero son las únicas que podemos analizar. La mayor parte de ellas son paráfrasis de un mismo objetivo que, expresado con la combinación de todos los vocablos que se muestran a continuación en la tabla, vendrían a producir la siguiente fórmula-promedio: “*Adquirir y utilizar las estrategias propias de la actividad científica*”.

Tabla 1

Adquirir (2)	las estrategias (9)	propias (4)	de la/del actividad (8)	científica/o (17)
Conocer (1)	características (1)	básicas (4)	investigación (6)	
Reconocer (1)	competencias (1)	necesarias (4)	método (3)	y
y	ideas (1)	características (2)	trabajo (1)	
utilizar (5)	técnicas (1)	habituales (1)	pensamiento (1)	
aplicar (4)	destrezas (1)		metodología (1)	tecnológica/o (2)

El conjunto de las instrucciones tiene un carácter consuetudinario: haz lo que se suele hacer. La impresión transmitida es que esas estrategias (o características, o técnicas...) son tan evidentes que no merecen más que una enumeración desganada. ¿Ofrecen las propias programaciones alguna pista acerca de cuáles son esas estrategias propias, básicas, etc...? Sí, y tal vez demasiadas, puesto que la coincidencia entre ellas es escasa. En las dos siguientes tablas se pueden comparar las diferentes propuestas de las programaciones acerca de los pasos que comprenden el método científico.

³ Ver Anexo 2.

Tabla 2

QUÍMICA 2º Contenidos	QUÍMICA 2º EST.QU.1.1.1	FÍSICA 2º	EST.FQ.1.1.1	FÍSICA y QUÍMICA 1º Objetivo 3
	Plantear preguntas	Plantear preguntas	Plantear preguntas	
	Identificar problemas	Identificar y analizar problemas	Identificar problemas	Plantear problemas
		Emitir hipótesis fundamentadas		Formular hipótesis
Documentación	Recogida de datos mediante observación y experimentación	Recogida de datos	Recogida de datos	Búsqueda de información
Elaboración de informes		Analizando tendencias a partir de modelos	Diseñando estrategias de resolución de problemas utilizando modelos y leyes	Elaboración de estrategias de resolución de problemas
	Analizar y comunicar resultados	Diseñando y proponiendo estrategias de actuación	Revisando el proceso	
Comunicación y difusión de resultados	Desarrollar explicaciones mediante la realización de un informe final		Obteniendo conclusiones	Ánalysis y comunicación de resultados

Tabla 2 (continuación)

BIOLOGÍA 2º / GEOLOGÍA 2º	TECNOLOGÍA INDUSTRIAL I y II	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN INTEGRADO	MATEMÁTICAS I y II
	Observación		Hacer un plan de trabajo
Plantear problemas	Identificación y análisis de problemas	Detección del problema o tema	
Emitir (Geología : formular) y contrastar hipótesis			Formular y contrastar conjetura
	Recogida, organización y tratamiento de datos	Identificación de los elementos constitutivos relevantes y sus interrelaciones	Hacer uso de la inducción y de la deducción
Planificar diseños experimentales	Diseño y desarrollo de la experimentación		
Etcétera (sic)	Búsqueda de soluciones	Obtención de una tesis explicativa	
	Utilización de fuentes de información	Contraste con otras investigaciones	Comprobar y valorar los resultados obtenidos
	Comunicación de los resultados	Comunicación de los resultados	

Todas las columnas guardan un evidente parecido de familia, pero las diferencias entre los pasos elegidos y su orden, es más que evidente. Obsérvese que las asignaturas de *Química 2º*, y *Física*

y *Química 1º*, ofrecen dos listados notablemente distintos en dos puntos de sus respectivas programaciones. Puede decirse que todos los elementos citados son asumibles por una metodología científica, pero de ellos es difícil extraer el método científico, en singular. Esto no plantearía ningún problema, más allá de asumir que “ciencia” y “método” son más adjetivos que sustantivos⁴, salvo por el hecho de que la existencia del Método, con mayúsculas, es un dogma inculcado por doquier.

Pedimos a la ciudadanía del futuro que ponga su fe, literalmente, en la palabra de la comunidad científica, pero no le damos la información necesaria para que entiendan y acepten que, justamente, no se trata de una cuestión de fe. ¿Por qué habrían de preferir enfrentarse a las incertidumbres de la vida contemporánea pertrechados con el bagaje de las distintas ciencias individuales? ¿Les hemos explicado de un modo claro y comprensible por qué los hallazgos científicos son de superior calidad epistemológica? Por norma general, es un tema que se da casi por descontado. Popularmente, el principal argumento (tácito) en favor de la superioridad científica es el innegable progreso tecnológico, algo que cualquier ciudadano es capaz de constatar en su vida cotidiana. Es discutible si ese progreso también puede considerarse progreso desde otros puntos de vista, pero no cabe duda de que las innovaciones funcionan, por lo que las bases teóricas en las que se fundan pueden considerarse sólidas.

Pero esto no es suficiente. Existen campos en los que el conocimiento científico no puede aún ganarse la presunción de veracidad solo con avances tecnológicos palpables. Desde hace décadas, existen innumerables investigaciones que advierten contra el cambio climático, pero a día de hoy el negacionismo sigue activo en altas instancias políticas y en parte de la población. En este y en otros aspectos, la ciencia es reducida con frecuencia a una cuestión de opinión⁵, a una ideología equiparable a cualquier otra. Esto nos muestra un profundo desconocimiento popular acerca de lo que la ciencia realmente es.

⁴ Incluso adverbios de modo.

⁵ A este respecto, confieso mi desconcierto ante el Objetivo 7 de *Cultura Científica*, el cual no soy capaz de interpretar: “*Obj.CCI.7. Valorar y defender la diversidad de opiniones frente a cuestiones científicas y tecnológicas polémicas, como un principio democrático y de justicia universal, en el que se debe actuar por consenso y negociación, no por imposición*”.

La fiabilidad del método científico se afirma repetidamente, pero no se muestra. ¿O sí? Ciertamente, el momento en que el alumnado de ciencias aborda con más profundidad la reflexión sobre su propio campo es en el transcurso de *Filosofía*, de 1º de Bachillerato. Pero sería interesante que se les ofreciera una oportunidad curricular de abordar la *razón práctica* de su campo de estudio.

3. CIENCIA INTEGRADA: EL CASO DE *CULTURA CIENTÍFICA*

La asignatura *Cultura Científica*, es un caso especial dentro del conjunto de materias recogidas en el currículo oficial de Bachillerato. Su denominación podría llevar a pensar que ofrece un tratamiento genérico sobre la ciencia y su metodología. Al estar ofertada a las dos ramas de Bachillerato (exceptuando Artes), cabría esperar que sus contenidos no fueran tan profundos como para superar los conocimientos básicos de los alumnos de Humanidades, ni tan superficiales como para resultar superfluos a los de Ciencias. Podría interpretarse que se trata más bien de una materia que ilustra a ambos grupos de alumnado en un aspecto importante sobre el que no se trabaja demasiado en nuestro sistema educativo: la reflexión metacientífica sobre esa actividad humana de naturaleza social que llamamos *ciencia*.

La programación oficial de esta asignatura parece, en un primer momento, ir en esta dirección cuando afirma que “*se requiere una auténtica alfabetización científica básica que forme a ciudadanos que se desenvuelvan en un contexto social cada vez más rico en contenidos científicos y tecnológicos*”. El problema surge cuando se especifica el modo en que se va a llevar a cabo esa alfabetización. Según dicho texto, se trata de afrontar “*situaciones en las que se necesita una formación científica básica. Tal es el caso de la sanidad, la preparación de alimentos, la protección frente a riesgos naturales y el uso de electrodomésticos y dispositivos electrónicos cada vez más complejos*”. Es decir, se detectan situaciones concretas que escapan a la comprensión o conocimiento de la ciudadanía común y se requiere informar a ese ciudadanía (personificada en nuestro alumnado) sobre lo que la ciencia sabe **acerca de esos casos concretos**. El planteamiento es radicalmente distinto al que podría esperarse.

Da la impresión de que el objetivo es meramente que la futura ciudadanía sepa de qué le están hablando cuando escuche o lea noticias científico-tecnológicas acerca de ciertos temas

novedosos. Además de ser un objetivo bastante modesto y difuso, contiene una limitación evidente: las temáticas cambian. Repaso la programación de *Cultura Científica* bajo el filtro del tema que hoy todos querrían dominar: las pandemias. A pesar de que dos de los bloques de contenidos recogen temas biomédicos, el resultado es cero. Muchos otros temas podrían ponerse de moda de forma igual de repentina, y su aparición volvería a mostrar que la alfabetización científica a la carta es insuficiente.

El error principal, a mi entender, es el de recaer en la iteración de datos especializados. La programación de *Cultura Científica* sigue el planteamiento de su antecesora pre-LOMCE, *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*. La denominación de aquella materia, en la que se habla de “ciencias”, en plural, revela más claramente su enfoque: recoger información relevante referente a diversas ciencias de especial interés para nuestra contemporánea vida cotidiana. La nueva asignatura recoge los contenidos de la antigua casi en su totalidad (únicamente reemplaza *El universo con La Tierra y la vida*), por lo que la nueva denominación describe su contenido de forma menos eficiente que la antigua.

En una fecha tan lejana ya como 1981, la UNESCO elaboró y publicó un informe⁶ encaminado a fomentar la enseñanza de la ciencia en todos los sistemas educativos del mundo. Además de las muchas dificultades materiales que presenta la tarea, el informe se fijaba en una que podría calificarse como de cultura académica. Una parte importante del profesorado mundial de ciencias en la educación secundaria está conformada por egresados universitarios que trasladan a los institutos el estilo docente de la educación superior. Esto concuerda con el hecho de que se considera, de forma más o menos tácita, que el objetivo de la formación científica en secundaria es preparar al alumnado para el estudio de esas materias en la Universidad, a pesar de que no todos sus educandos, ni mucho menos, seguirán ese camino. Si a eso le añadimos en numerosos países la existencia en los planes educativos de pruebas de acceso a la universidad, se comprenderá que los estudios científicos en la educación secundaria están aquejados de un fortísimo enfoque propedéutico. La proyección de los currículos universitarios, altamente especializados, sobre los de Secundaria, les atribuyen un fuerte sesgo que va en contra de

⁶ UNESCO (1981).

cualquier intento de enseñanza científica integral. El concepto que defendemos acerca de lo que se entiende por enseñanza integral es el que aporta el documento citado de UNESCO:

“En relación con tales consideraciones⁷, la enseñanza integrada de la ciencia se ha definido como los métodos en los que los conceptos y los principios de la ciencia se presentan de manera que expresen la unidad fundamental del pensamiento científico y se evite una insistencia prematura o indebida en las distinciones entre los diversos campos científicos”. UNESCO (1981)⁸.

Esto hace que el planteamiento especializado de *Cultura Científica* resulte inadecuado. La admonición genérica hecha por la UNESCO hace cuatro décadas parece escrita a propósito para el caso que nos ocupa:

“Cuando se analiza la mayor parte de los programas preparados anteriormente para el nivel secundario superior y descritos como ciencia integrada o combinada, se ve claramente que la razón de su preparación era alcanzar los objetivos de la biología, la química y la física, o de estas tres ciencias, mediante este nuevo curso. La tradición de ciencias separadas en este nivel es muy fuerte y está reforzada por los sistemas antedichos de exámenes y de requisitos externos para la graduación académica existentes en la mayor parte de los países. Mientras esta tradición o estos requisitos prevalezcan, la preparación de los programas de ciencias verdaderamente integrados en el nivel secundario superior resultará gravemente dificultada”. UNESCO (1981)⁹.

⁷ Haggis, S. (1974).

“En el Congreso de Varna sobre integración de la enseñanza de la ciencia (...) se coincidió en que para contribuir eficazmente a la educación general, un curso de ciencias debería:

- *Inculcar a los alumnos la importancia de la observación para aumentar la comprensión del mundo que les rodea;*
- *Ayudarles a apreciar las formas de pensamiento y los métodos de trabajo característicos de la ciencia;*
- *Contribuir a desarrollar su interés por la ciencia;*
- *Y señalar a su atención algunos de los principales problemas relacionados con la ciencia que se le presentan a la humanidad en su conjunto y a su propia sociedad en particular.”*

⁸ p. 94. El subrayado es mío.

⁹ p. 95.

Con todo, es necesario reconocer que una pequeña parte del temario de *Cultura Científica* sí que aborda la ciencia de un modo genérico y transversal. El Bloque 1 de Contenidos (*Procedimientos de trabajo*) comprende:

El método científico. Textos científicos: estructura, interpretación y redacción. Tratamiento y transmisión de la información científica: bases de datos y búsqueda bibliográfica científica. La divulgación científica. La ciencia y la investigación como motores de la sociedad actual. El impacto de la ciencia en la sociedad.

No es exactamente una reflexión sobre la ciencia en sí, pero al menos el *método científico* aparece como el primer ítem. Esta primera impresión se atenúa de forma importante cuando leemos la descripción que se hace de este bloque de contenidos en la introducción de la Programación:

“Este bloque es transversal y se puede incorporar en todos los temas como una actividad de recapitulación en la que se busque un texto científico sobre una noticia relacionada con los contenidos del tema. Conviene insistir en la relación entre los contenidos y las noticias de actualidad, los debates y los avances científicos que aparecen en los medios de comunicación”.

Aún así, ¿se produce o no en la realidad diaria de esta materia el estudio del método científico? Desde luego, esa pregunta requiere una investigación inasumible. No es posible saber, con el rigor estadístico necesario, qué temas se ponen sobre el tapete en el interior del aula y qué importancia relativa se otorga a cada uno de ellos, por lo que hemos de dar por buena, de forma sin duda un tanto ingenua, la idea de que el currículo oficial se respeta a grandes rasgos.

Podemos tener una visión parcial de esa realidad oculta realizando una breve inspección a alguno de los libros de texto que el mercado ofrece para cubrir esta asignatura (y que, reconozcámlos, en algunos casos se convierten en el auténtico currículo a seguir). La siguiente tabla compara la temática de los bloques de contenidos de la programación oficial con la de los diferentes apartados de algunos libros de texto.

Tabla 3

Bloques de contenidos oficiales	McGraw Hill ¹⁰	Bruño ¹¹	Vicens Vives ¹²	Santillana ¹³
1- La ciencia	1- La ciencia		1- El trabajo científico	
2- La Tierra y la vida	2- Universo	1- Universo	2- Tectónica de placas	1- La Tierra
	3- Evolución		3- Evolución	2- Evolución
3- Biomedicina	4- Salud	2 y 3- Salud	4- Salud	3- Salud
4- Genética	5- Genética		5- Genética	4- Genética
	6- Impacto ambiental		6- Biotecnología	5- Biotecnología
	7- Sostenibilidad	4- Sostenibilidad		
5- Nuevos materiales	8- Nuevos materiales	5- Nuevos materiales		
6- TICs	9- TICs		7 y 8- TICs	6, 7 y 8- TICs

La disparidad es más que notable. Pero lo que nos parece más relevante en este punto es que dos de los cuatro textos eliminan el tema transversal relativo a la generalidad de la ciencia. Un muestreo similar realizado con libros de texto de la asignatura predecesora *Ciencias para el mundo contemporáneo* ofrece resultados equivalentes.

Por si esto fuera poco, aún puede hacerse una objeción más a la programación de *Cultura Científica*. Cabe preguntarse la utilidad de una “alfabetización” científica hecha a base de repasar especialidades que no son desconocidas para el alumnado. Incluso quienes se han decantado por Humanidades y Ciencias Sociales han tenido que lidiar en la ESO con *Biología y Geología* (1º y

¹⁰ Jiménez, J. J. *et al.* (2015).

¹¹ Panadero, J.E. *et al.* (2016).

¹² Torres, M.D. *et al.* (2017).

¹³ Anguita, F. *et al.* (2015).

3º); *Física* y *Química* (2º y 3º) y *Tecnología* (2º y 3º). Quizá sea exagerado considerar que necesitan ser alfabetizados científicamente en estas materias. Y qué podemos decir del alumnado de Ciencias, el cual va a encontrarse con esas asignaturas en el Bachillerato, tratadas de una forma mucho más profunda.

4. PROBLEMAS DE LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

Es muy posible que la mayoría de estudiantes puedan recorrer la educación secundaria con la certeza de que el método científico no solo existe y es unívocamente reconocido como tal, sino que es un algoritmo simple, perfecto e infalible, un arma de *construcción* masiva, pertrechados con la cual todo es posible. También pueden creer que sus dificultades futuras en el ejercicio de una profesión relacionada con la ciencia o la tecnología solo puede provenir (¡cómo no!) de problemas endémicos de financiación o quizás de la propia falta de capacidad para destacar en un campo muy competitivo.

En realidad, la ciencia actual es un ecosistema plagado de trampas en el que ningún algoritmo mágico, suponiendo que exista y sea unívocamente reconocido como tal, nos puede ofrecer garantía alguna de éxito *per se*. En el Anexo 3, recogemos los 48 problemas¹⁴ que, según Belluz y Hoffman (2015), “pueden hacer descarrilar la ciencia” en algún punto del largo y espinoso proceso que va desde la preparación de la investigación hasta la difusión de la publicación (y que abarca la financiación, el propio estudio, el análisis de resultados, la publicación y la difusión). Una auténtica carrera de obstáculos, de la que deberíamos poner al corriente a nuestro alumnado, además de imbuirles contenidos. La siguiente relación es una lista sumarísima de los dilemas más acuciantes a los que se enfrenta hoy la práctica de la investigación científica, todos ellos íntimamente relacionados entre sí.

¹⁴ Desde luego, no hay ninguna garantía de que este listado agote los posibles fiascos. Habría que mencionar, por ejemplo, la publicación diseminada, que:

“se produce cuando de un estudio único, cuyos datos se han obtenido durante el mismo proyecto de investigación, se realizan publicaciones parciales en artículos diferentes (*salami publication* o *salami slicing*). De hecho, este tema también ha suscitado controversias y parodias, como intentar determinar cuál es la mínima unidad publicable” Alfonso, F., Bermejo, J., Segovia J. (2005).

❖ Publish or perish

Esta expresión (*publica o muere*), sintetiza la agobiante realidad en la que se encuentran investigadores de todo el mundo:

“Hay que publicar mucho, y en revistas de calidad, con un alto factor de impacto, para poder conseguir más oportunidades laborales, más fondos, más recursos, y más atención. El equipo que no cumple con ciertos objetivos de publicación corre el peligro de quedar fuera de la carrera investigadora para siempre. En otras palabras, instituciones, equipos e investigadores se juegan dicho prestigio, lo que genera un estrés considerable” (Campillo, 2020 b).

La lucha por los recursos económicos provoca un desplazamiento de los objetivos, confundiendo fines con medios. La investigación no triunfa cuando produce resultados validables, sino cuando se publica. Podría pensarse ingenuamente que una cosa lleva a la otra, pero no tiene por qué ser así. En el reducido espacio de las revistas científicas respetables, son muchísimos los llamados y muy pocos los elegidos. El afán publicador, convertido en instinto de supervivencia, impulsa a conseguir alguno de esos escasos espacios *como sea*. A través de ese “*como sea*” se cuelan la mayoría de las distorsiones de la ciencia actual.

Además de la fractura que produce la *papermania* en la evolución del trabajo de los investigadores, también hay que contar con el control casi absoluto que ejercen un pequeño número de grupos editoriales, dueños de las publicaciones de mayor influencia. El círculo vicioso, que roza el concepto de cártel, se produce por la asunción generalizada de un *status quo* en el que nadie es nada en el mundo de la ciencia si no publica (y mucho) en un puñado de revistas *de prestigio*. Y esas revistas cobran cantidades desorbitadas por acceder a una información que no han producido, tan solo han “bendecido”. La paradoja es que “*los contribuyentes desembolsan dos veces: primero para financiar la investigación y luego para leer el trabajo que han patrocinado. Tal vez haya justificaciones legales para esta práctica. Justificaciones éticas no hay ninguna*” (Monbiot, 2018). Un comportamiento que resulta “*algo*

especialmente molesto cuando (las investigaciones) se han financiado con dinero público o cuando eres el propio autor” (Campillo, 2020 b).

❖ Factor de impacto

“El índice de factor de impacto, o IF, es una cifra que indica la posición de una revista en un ranking de importancia. (...) Este IF es un método tácito para determinar el prestigio de un investigador: desde sus colegas hasta los medios que trabajamos en ciencia, el IF impera a la hora de determinar a priori la calidad de una investigación. Sin embargo, en realidad el IF obedece a un algoritmo muchas veces secreto, propietario de las grandes editoriales” (Campillo, 2020 b).

La métrica de la que se alimenta este factor de impacto tiene por referencia la *cantidad* de citas de un artículo determinado, en perjuicio de la calidad (una cita que critica o desacredita un artículo suma, en lugar de restar). Además, es una métrica cortoplacista a la que se le escapa el impacto de largo recorrido que puede tener un artículo o investigación influyente.

Determinar el prestigio, determinar a priori la calidad de una investigación... Todas estas referencias *ad hominem* parecen un regreso a la *auctoritas* medieval. Los autores del Medievo acostumbraban a dotar de veracidad a sus recensiones acumulando citas de textos clásicos. Este recurso al prestigio de los autores pretéritos era el verdadero criterio de verificación de la época. En pleno siglo XXI es inaudito que el prestigio posea una influencia, no importa cuanta sea. Ya es bastante grave que el sistema de publicaciones científicas haya generado un estrechísimo Paso de las Termópilas en la difusión de las investigaciones. Que además el ejército que controla ese paso se sostenga sobre el principio subjetivo y abstracto del prestigio, es profundamente anticientífico.

❖ Revisión por pares

Si la publicación se ha convertido en imprescindible para la marcha de la ciencia, la revisión por pares de los artículos candidatos a esa publicación resulta no menos decisiva para regular esa codiciada publicación. La labor de estos revisores, o *referees*, expertos en la disciplina sobre la que versa el artículo o investigación, es requerida por los editores como medio de garantizar la

calidad e interés de los trabajos presentados. Se lleva a cabo casi siempre sin contraprestación económica. La motivación para aceptar este trabajo puede deberse al prestigio inherente a la labor, al interés por estar al tanto de las últimas novedades en su campo, a sentido del deber hacia la comunidad científica o bien a cualquier otra razón. En el actual estado de la cuestión, es habitual encontrar valoraciones como la de J. Ziman (1968): “*El referee es la piedra angular de la que depende la ciencia*”.

Lamentablemente, los problemas que afronta el sistema de revisión por pares son tan importantes como la propia necesidad que se tiene de su labor. Juan Miguel Campanario (2002) elabora una prolífica relación de estos problemas:

- Los investigadores principales están ocupados y no aportan buenas revisiones.
- Un revisor con exceso de trabajo puede subcontratar la revisión.
- La evaluación de un trabajo puede prolongarse durante meses.
- Los editores y revisores a menudo trabajan a la vez para varias revistas.
- El nivel de fiabilidad de la revisión es bajo, pues se producen a menudo:
 - Discrepancias entre revisores mayores que las atribuibles al azar.
 - Valoraciones coincidentes pero basadas en razones distintas o contradictorias.
 - Evaluaciones coincidentes que derivan en consejos opuestos sobre su publicación.
- Validez dudosa: en un segundo análisis se descubren con frecuencia problemas con la entidad suficiente como para no dar fácilmente el visto bueno a la publicación. Se toleran defectos estadísticos importantes.
- Existen ejemplos de rechazo inicial de descubrimientos científicos importantes. También se han constatado experiencias en las cuales las revistas rechazaban por errores metodológicos artículos que ellas mismas habían publicado en el pasado sin problemas.
- Revisiones sesgadas de las creencias propias de los revisores.
- Dificultad, pese a todo, para detectar el error científico (lo cual era el beneficio que se esperaba conseguir con el propio sistema de revisiones).
- Tendencia a publicar artículos en los cuales se presentan resultados estadísticamente significativos (el llamado “problema del archivador”), arrinconando los artículos con

resultados poco significativos, pero que sería útil difundi: “*La consecuencia más inmediata y nefasta del sesgo anterior es que muchos investigadores malgastan su tiempo, dinero y esfuerzo en pos de proyectos de investigación inútiles*” (Campanario, 2002).

- Sesgo contra la revisión de trabajos de replicación: “*A pesar de las ideas contrarias ampliamente extendidas*¹⁵, *las replicaciones directas de estudios previos son raras en la ciencia*” (Campanario, 2002). Esta es una afirmación interesante (y dolorosa), teniendo en cuenta que el alumnado de ciencias se educa en la creencia de que este paso del método científico se respeta a rajatabla.
- Trato preferente dado a algunos investigadores debido a su estatus académico.
- Sesgo a favor de los artículos de autoría nacional.
- Predisposición hacia los autores más conocidos. Este y los dos anteriores son un poderoso argumento a favor del doble ciego, aunque resulta difícil ocultar a un experto la autoría de un trabajo, sin contar con cierta picardía en forma de autocitas con la que los autores consigan revelar subrepticiamente su identidad.
- Sesgo por los intereses financieros de los científicos y de los revisores.
- Las redes de colaboración y comunicación ligadas a los “*colegios invisibles*” (reducida comunidad de científicos que intercambian información entre sí y aumentan su posición de poder dentro un determinado campo o disciplina) pueden traducirse en favoritismo durante el proceso de publicación.

❖ El fraude científico

Todos los problemas citados cristalizan en una triste realidad: la existencia nada residual de fraude científico. En 2015, se celebró en el Wellcome Trust de Londres un simposio sobre la reproducibilidad y confiabilidad de la investigación biomédica, bajo las reglas de Chatham House¹⁶. Una semana después, el editor de una de las publicaciones mencionadas más arriba, la

¹⁵ El subrayado es mío.

¹⁶ Que estipulan que puede informarse a los no presentes del contenido de las discusiones, pero sin personalizar la autoría de las intervenciones.

revista médica *The Lancet*, escribió un demoledor artículo que resumía el clima de lo debatido en el simposio y en el que se recogen gran parte de los problemas citados aquí:

“El caso contra la ciencia es sencillo: gran parte de la literatura científica, quizás la mitad, puede ser simplemente falsa. Afligida por estudios con muestras pequeñas, efectos minúsculos, análisis exploratorios inválidos y conflictos de interés importantes, junto con una obsesión por seguir tendencias de moda de dudosa importancia, la ciencia ha dado un giro hacia la oscuridad. (...) Los científicos a menudo esculpen datos para ajustarse a su teoría preferida del mundo. O reacondicionan hipótesis para ajustar sus datos. Los editores de revistas (...) fomentamos los peores comportamientos. Nuestra aceptación del factor de impacto alimenta una competencia poco saludable (...). Nuestro amor por la “importancia” contamina la literatura con muchos cuentos de hadas estadísticos. Rechazamos las confirmaciones importantes. (...) Las universidades están en una lucha perpetua por dinero y talento (...). Los procedimientos nacionales de evaluación (...) incentivan las malas prácticas” (Horton, 2015).

Esto se traduce en pequeñas imprecisiones, o toma de atajos metodológicos, por parte de los investigadores. Esta actitud, entre la picaresca y el descuido apresurado, estaría todavía dentro del umbral individual de tolerancia al fraude estudiado por Dan Ariely¹⁷, por lo que no se genera en sus autores el sentimiento de estar trampeando, a pesar de que ese sea el caso. En demasiadas ocasiones, esas imprecisiones se convierten en retractaciones, incluso de premios Nobel¹⁸, lo que acarrea un desolador problema de imagen. Pero también se producen auténticos escándalos de falsificación masiva, como el del psicólogo social holandés Diederik Stapel, quien se inventó los datos de múltiples estudios; o el del biólogo surcoreano Hwang Woo-suk y su falso logro de la

¹⁷ Ariely, D. (2009).

¹⁸ “El pasado dos de enero, la prestigiosa revista *Science* retiraba uno de los artículos de Frances Arnold, ganadora del Premio Nobel de Química de 2018. (...) Cada año se retiran más de 1.400 artículos, un número que crece poco a poco. En parte esto se debe a que muchos no son reproducibles, aunque esto no siempre quiere decir que sean falsos. Otros se hacen por precaución al faltar información. Pero, precisamente, un grueso de ellos es por fraude demostrado ante las pruebas expuestas tras la revisión. Y esto después de que haya pasado por la revisión por pares” (Campillo, 2020 a).

clonación humana. El efecto de todo ello es devastador, porque una vez que se abre esa puerta es muy difícil impedir que se cuelen dentro las pseudociencias y todo tipo de saberes espurios.

“Todo el proceso de publicación de artículos científicos se basa en la credibilidad, la confianza y la presunción de honestidad científica. Si los autores ni siquiera son honestos sobre la originalidad de su publicación, ¿por qué debemos confiar en la autenticidad de los otros aspectos de su estudio?” (Alfonso, Bermejo y Segovia, 2005).

❖ Ciencia metafísica

Además de los graves problemas de procedimiento citados, la definición misma del edificio de la ciencia, tal como lo conocemos, podría estar en peligro. Y no por culpa de alguna “dudosa” ciencia social que en su afán de ser aceptada como tal crease problemas de adscripción, sino por una de las más respetables ciencias puras: la física teórica.

Crece la denuncia por parte de físicos y cosmólogos acerca del empeño por parte de ciertos físicos implicados en el estudio de la teoría de cuerdas por modificar los criterios para aceptar la científicidad de una teoría. Consideran que criterios como *“la capacidad de realizar predicciones (...) o que una teoría deba ser confrontada con experimentos, deben ser abandonados y reemplazados por otros más laxos, basados en consideraciones estéticas o de orden no empírico, como ser el consenso de cierta comunidad”* (Romero, 2020). Para estos físicos cuerdistas, la ausencia absoluta de evidencia experimental es solo un retraso anormalmente largo entre las hipótesis y su verificación. Incluso opinan que en caso de que no se hallase tal verificación, la teoría es demasiado bella para no ser verdad¹⁹. O, como denuncian Ellis y Silk (2014),: *“elegance will suffice”*. Estos dos autores hacen notar las catastróficas consecuencias que podría acarrear la implantación de unos criterios científicos tan laxos:

¹⁹ A propósito de esto, resultan llamativas las varias referencias estéticas que se encuentran en la programación oficial de Matemáticas, desde la Introducción hasta los estándares de aprendizaje evaluables: *“Las Matemáticas (...) contienen elementos de gran belleza”*; *“...propician actitudes tendentes a valorar la simplicidad, la elegancia, la armonía y la creatividad.”*; *“Cultivan la sensibilidad y la creatividad, el pensamiento divergente, la autonomía y el apasionamiento estético”*; *“Est.MA.1.12.1. Reflexiona sobre los procesos desarrollados, tomando conciencia de sus estructura, valorando la potencia, sencillez y belleza de los métodos e ideas utilizados”* (Todos los subrayados son míos).

“Esta batalla por el corazón y el alma de la física se está abriendo en un momento en que algunos políticos y fundamentalistas religiosos cuestionan los resultados científicos, en temas que van desde el cambio climático hasta la teoría de la evolución. (...) Afirmar que una teoría es tan buena que su existencia suplanta la necesidad de datos y pruebas, en nuestra opinión corre el riesgo de engañar a los estudiantes²⁰ y al público en cuanto a cómo se debe hacer la ciencia y podría abrir la puerta a los pseudocientíficos para afirmar que sus ideas cumplen requisitos similares”. (Ellis y Silk, 2014).

Gustavo Romero, en el artículo citado arriba, hace una reflexión en la que vincula la aparición de esta “herejía” con varias de las causas que hemos mencionado en los apartados anteriores, resumidas en *“la organización empresarial de estilo norteamericano del sistema científico”* (Romero, 2020). La presión por publicar, el afán de capturar subsidios para investigar en áreas de moda y la pérdida de originalidad por la cómoda perpetuación de una técnica fiable, confluyen en la creación de universidades temáticamente endogámicas, en las que los catedráticos van conformando sus departamentos a imagen y semejanza de sus objetos de invest. Cuando estos investigadores hiperespecializados y poco versátiles empiezan a chocar contra la sequía empírica de su campo de trabajo, se encuentran en un callejón sin salida del que intentan escapar cambiando las reglas del juego en pleno partido.

De este tema, con toda su enjundia filosófica, podría debatirse largo y tendido, pero nos interesa sobre todo subrayar las propuestas de Ellis y Silk en pos de una solución:

“El daño potencial a la confianza pública en la ciencia y a la naturaleza de la física fundamental debe ser contenido por un diálogo más profundo entre científicos y filósofos. (...) Los físicos, filósofos y otros científicos deberían elaborar una nueva narrativa para el método científico que pueda abordar el alcance de la física moderna. (...) Tal caso debe hacerse en términos filosóficos²¹ formales” (Ellis y Silk, 2014).

Si aceptamos esto, ya no se tratará solo de la conveniencia de que el alumnado de ciencias complete su formación con un conocimiento adecuado de las disciplinas humanísticas, que

²⁰ El subrayado es mío.

²¹ Todos los subrayados son míos.

también. Se trata de poner en valor que la ciencia, **en cuanto ciencia**, necesita de la reflexión filosófica para adecuar su fundamentación metacientífica. Y ese necesario contacto debería comenzar a producirse desde la base, desde el último foro en el que ciencias y humanidades todavía comparten espacio: la enseñanza secundaria.

5. HACIA UN CAMBIO DE PARADIGMA

La maquinaria de producción científica hace aguas en muchos puntos. El deseo de repararla se extiende poco a poco, pero queda mucho trabajo por delante, muchas preguntas que debatir y responder, una tarea genuinamente filosófica en la que el conjunto del sistema educativo debería estar convocado: “*Desde la academia más profunda al investigador más novel, pasando por (...) ciudadanos de cualquier tipo, todos tenemos un pequeño papel en toda esta historia. ¿Realmente hemos “roto el sistema de hacer ciencia”? Entonces, ¿qué podemos hacer para arreglarlo?*” (Campillo, 2020 b).

Se empiezan a dar pasos para racionalizar el sistema de publicaciones²². Paradójicamente, la actual situación de pandemia puede dar un impulso a estos esfuerzos. Los mecanismos habituales de la revisión por pares ralentizan un proceso que se ve enfrentado a la urgencia de la situación²³. Las necesidades públicas, impulsadas por los Estados, se anteponen al *status quo* comercial que fosiliza el sistema. La rápida coordinación de todos los equipos de investigación paralelos pasa a ser prioritaria. Es difícil predecir la evolución de los acontecimientos, pero no es utópico preguntarse: “*¿Estamos ante un cambio de paradigma hacia una verdadera y plena Open Science?*” (Sevilla, Nájera López y Pérez Iglesias, 2020).

²² “*La Comisión Europea ha adjudicado un contrato para la creación de una plataforma de publicación de acceso abierto para artículos científicos como un servicio gratuito para los beneficiarios de Horizonte 2020. El lanzamiento de la ambiciosa iniciativa de acceso abierto de la UE está previsto para principios de 2021*”. European Commission. Recuperado el 20 de marzo de 2020 de: [European Commission awards contract for setting up an open access publishing platform](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/EU_awards_contract_for_setting_up_an_open_access_publishing_platform)

²³ “*Ese tiempo (de la revisión), que puede ser razonable en condiciones normales, es una eternidad en tiempos de pandemia. La investigación, en estado de frenética actividad, no puede esperar semanas para conocer lo que otros equipos están haciendo, máxime cuando el valor que en realidad aporta la revisión al producto final tampoco es esencial. Esta situación conduce a que la comunidad científica que investiga el SARS-CoV-2, en todos sus ámbitos, genere conocimiento mucho más rápido de lo que el sistema editorial puede asimilar*” (Sevilla, Nájera López y Pérez Iglesias, 2020).

Implementar estas mejoras podría no ser suficiente si no se trabaja lo suficiente el problema de la honestidad. La ciencia es una construcción social y, como tal, se sostiene sobre un contrato social que puede verse afectado y cuestionado por impulsos egoístas. Una de las fortalezas de la ciencia radica precisamente en que, incluso **desde un punto de vista egoísta**, resulta más beneficioso actuar cooperativamente.

Jesús Zamora Bonilla aborda esta aparente paradoja: un equipo de investigación concluye exitosamente su trabajo y lo expone a la comunidad científica para que sea refrendado. Los más capacitados para hacerlo son, precisamente, los equipos de investigación rivales que estaban trabajando en el mismo campo. Pero, ¿por qué habrían de hacerlo? ¿Por qué aceptar un éxito ajeno que implica el fracaso propio? De proponérselo, cualquier científico competente podría polemizar de forma racional durante años antes de reconocer la corrección del estudio rival. ¿Por qué no ser egoísta? La respuesta es que:

“Si contemplamos la ‘carrera por la solución de un problema’ como un juego, un científico sólo tendrá un incentivo suficiente para tomar parte en ella si existen unas reglas razonablemente claras que establecen en qué consistirá ‘ganar’ el juego, además de determinar qué jugadas estarán permitidas” (Zamora Bonilla, 2005).

Si ya de entrada esto no se acepta, “el juego no se jugará”. De todo ello, Zamora extrae esta tesis: “sólo la existencia de dichas pautas hace interesante el juego de la ciencia **para un científico preocupado básicamente por obtener reconocimiento**²⁴” (Zamora Bonilla, 2005). Esta importante tesis incide en una cuestión vital para explicar el éxito epistemológico de la ciencia: la disciplina más exitosa será aquella en la cual el egoísmo no sea un factor destructivo, sino cuando menos neutro.

Por tanto, no solo importa el hecho de que la reflexión filosófica pueda contribuir en este momento de encrucijada crítica, sino que también es necesario que desde el colectivo filosófico en particular hasta la población no científica en general puedan hacerse una idea cabal de lo que la ciencia realmente es, lo que aporta y lo que requiere. Afrontando abiertamente sus problemas

²⁴ El subrayado es mío.

y limitaciones, no solo no se perjudicaría el estatus epistemológico de la ciencia, sino que nuestra perspectiva global de ella se acercaría a su verdadera naturaleza: “*Un proceso largo y agotador llevado a cabo por humanos falibles, que involucra falsos comienzos, callejones sin salida y, en el camino, estudios incorrectos y sin importancia que solo buscan a tientas la verdad, lenta e incrementalmente*” (Belluz & Hoffman, 2015). Precisamente, si la ciencia supera en calidad a otras formas de búsqueda de conocimiento es por la asunción de su propia falibilidad, de la inherente provisionalidad de todo enunciado. La fuerza del método está en no creerse perfecto: la perfección va en contra de la perfectibilidad.

6. UNA PROPUESTA INTERDISCIPLINAR

Ciertamente, reenfocar la enseñanza científica es una empresa demasiado ambiciosa, incluso arrogante. Sin duda, la propuesta que sigue es mucho más modesta. Todo lo expuesto a continuación debe interpretarse como una planteamiento *estratégico*, el cual se concretará en distintas actuaciones *tácticas* en función de la disponibilidad de recursos humanos y materiales de los que dispongamos.

Para empezar, la intervención será efectiva en grado proporcional a la implicación del Centro y a la participación transversal de miembros de todo el colectivo educativo. Partiremos de una actividad-base que iremos revistiendo de diferentes capas en función de la colaboración obtenida de los distintos departamentos didácticos.

Entre los **objetivos** que pretendemos lograr están los siguientes:

- Mostrar la similitud actitudinal que impulsa las búsqueda filosófica y científica de conocimiento.
- Alcanzar a apreciar, por el alumnado de ciencias, el valor de la reflexión filosófica para su propia área de estudio.
- Alcanzar a apreciar, por el alumnado de humanidades, la potencia epistemológica de la investigación científica.
- Asimilar el concepto de *honestidad intelectual* como clave de la fortaleza del método científico.

- Experimentar las circunstancias reales del proceso de investigación científica en la actualidad y promover la reflexión filosófica sobre el modo de perfeccionarlo.
- Fomentar la comprensión de los procesos sociales implicados en la investigación científica.
- Fomentar la interdisciplinariedad del conocimiento y la integración del pensamiento científico.
- Fomentar el trabajo colaborativo, apreciando tanto sus aspectos éticos y sociales como su eficacia heurística.

❖ Actividad base

El punto de partida será la asignatura de *Cultura Científica*. La programación oficial nos autoriza expresamente a considerar el Bloque 1 de *Contenidos* como transversal y a incorporarlo a todos los temas. Además, nuestra autonomía docente también nos autoriza a centrar sobre ese tema transversal el tratamiento de los demás, que serán utilizados como material de trabajo para la tarea principal.

De forma resumida, la actividad consistirá en que a lo largo del curso los distintos grupos formados compitan entre sí por **publicar la mayor cantidad posible de artículos** científicos, en un modesto intento de remediar a pequeña escala el ecosistema del mundo de la investigación. Este microcosmos podrá extenderse más o menos en función de la implicación de otros docentes. Es especialmente atractiva la participación del profesorado de Física, Química, Biología, Geología, Tecnología y otras materias científicas; aunque sin duda los objetivos son asumibles por las Ciencias Sociales y, obviamente, por el departamento de Filosofía. Todos ellos, como se verá, pueden intervenir en distintos momentos del proceso. Es a considerar la posibilidad de que el trabajo realizado en esta actividad repercuta en la calificación de esas otras asignaturas, lo cual añadiría sin duda una motivación extra a los equipos.

❖ El foro inicial

El planteamiento del curso se comunicará a los alumnos de claramente en las primeras sesiones, aunque hay algunos aspectos sobre los que no incidiremos de forma explícita. Como veremos, la

“guerra” por lograr la publicación del mayor número de artículos no será lo principal en esta actividad, pero debemos reforzar la idea de que es fundamental no dejarse superar por los otros equipos²⁵. Además, la actividad asume desde el primer momento que no siempre existirá juego limpio, algo que no anunciamos abiertamente, como es obvio. Esa será en todo caso una decisión por la que optarán por su libre albedrío los equipos o integrantes que así lo consideren.

Antes de comenzar, organizaremos una sesión en la que todo el grupo se reunirá en el aula a solas, sin el docente²⁶. Bajo la coordinación de un pequeño número de moderadores seleccionados previamente, deberán cumplimentar tres tareas:

- La realización de un **coloquio** en el que hablarán abiertamente acerca de cuál creen que es su umbral de deshonestidad. El docente habrá facilitado a los moderadores material para proponer dilemas, pero el coloquio circulará por donde sus participantes decidan conducirlo.
- En los últimos minutos deberán seleccionar, por el método que prefieran, los nombres de las **personas que propondrán las investigaciones** al docente y conformarán los equipos, según se explica después. Cualquiera puede colaborar con los líderes seleccionados en elegir un buen tema de investigación, pero hay que tener en cuenta que los grupos aún no están formados. No está garantizado que esos colaboradores terminen siendo parte del equipo. El número de líderes se calculará considerando que los equipos se compondrán de un promedio de cuatro integrantes.
- Después de terminada la reunión, todo el grupo debe presentar **resúmenes individuales** de aquello que consideren relevante entre lo hablado, respetando en todo momento el anonimato de las declaraciones.

❖ **La formación de los grupos**

A diferencia de lo que se suele hacer con frecuencia, no hay objeción a que los grupos se confeccionen a partir de las afinidades personales. La razón es que se intenta conseguir grupos

²⁵ Fomentar la competitividad es una táctica mezquina pero necesaria en este punto. Por ello, cualquier refuerzo del interés será aprovechado: desde la aportación a la calificación de otras asignaturas, como se sugirió arriba, hasta la rivalidad inter aulas, si el curso cuenta con varias vías.

²⁶ Bajo las reglas de Chatham House, según se explicó en la nota 16.

compactos, con una buena relación interior que fomente el sentido de adscripción grupal y que marque diferencias con el exterior, con los “otros”. La intervención del docente estará encaminada por un lado a evitar que parte del alumnado quede excluida y se conforme un grupo de “restos”, alumnos y alumnas no seleccionados por nadie. Y también dosificará los turnos de elección en función de lo explicado en el apartado siguiente.

❖ **Adjudicación de recursos**

El grupo de estrategas elegido en la reunión deberá presentar las investigaciones que pretenden llevar a cabo. Sus presentaciones deberán resultar atractivas y sugerentes pues, como en la vida real, los recursos para poder llevarla a cabo dependen de ello. El docente²⁷ examinará las propuestas con especial atención a tres factores:

- La **utilidad** de los objetivos pretendidos.
- Las consideraciones **éticas** que se deriven del estudio en sí.
- El **diseño** inicial del estudio.

Tras esta valoración, se adjudicará una “financiación”, que desde luego no será pecuniaria²⁸, sino de dos tipos:

- **Prioridad a la hora de elegir el material humano** (es decir, los compañeros de grupo) y su cantidad. Un proyecto merecedor de alta “financiación” podría incluso tener más componentes que otros. La injusticia de este detalle forma parte del proceso; también implica que la exigencia “mediática” sobre ese estudio será mayor.
- **Obtención de ciertos privilegios**, que pueden ir desde tiempo de asesoramiento por parte del docente²⁹, suministrando datos, bibliografía o revisión, hasta acceso a material de apoyo.

²⁷ En todo momento, el docente representa el papel del editor. En este como en otros momentos podrá ser asesorado por otros docentes, si cuenta con su participación.

²⁸ No es que una subvención para material sea desdeñable, pero somos realistas...

²⁹ El poder contar aquí con la colaboración de otros miembros de la comunidad será de gran ayuda, pues la oferta de privilegios se amplía y diversifica con, por ejemplo, acceso a laboratorios y otros materiales.

Una vez conformados los grupos, la investigación queda a cargo de los mismos en todos los sentidos (salvo la posible ayuda por obtención de privilegios) hasta que tengan listo su informe final. Deberán tener muy claro que **todo** depende de sus decisiones.

❖ **El filtro de la publicación**

Concluido el estudio, para acceder a la publicación el editor/docente requerirá el visto bueno de una revisión por pares³⁰ con doble ciego. Deberán prestar atención a estos factores:

- La **corrección metodológica** del desarrollo del estudio
- La **objetividad** de su planteamiento y análisis
- La **significatividad** de los resultados
- La **reproducibilidad** del estudio.

Los revisores entregarán su informe con el veredicto: la publicación, la corrección de algunos aspectos o el rechazo. Con este informe y su propia opinión, el editor procederá en consecuencia. De lograrse la publicación, esta se hará en un medio al alcance de los recursos del Centro (desde una revista virtual en el servidor del instituto, hasta una exposición mural en el aula). Los trabajos devueltos sin publicar podrán mejorarse para una nueva entrega o abandonarse definitivamente, según criterio de cada equipo.

❖ **La defensa del proyecto**

Los trabajos publicados pasan al dominio público, por lo que pueden ser objeto de debate con argumentos a favor o en contra. También están expuestos a que cualquiera detecte en ellos algún error de cualquier tipo que podría conducir incluso a la retractación. Por otra parte, cualquier grupo puede optar por tomar la reproducción de un estudio ajeno como su nuevo estudio, lo que podría dar un espaldarazo al estudio original o bien plantear una discrepancia que habría que resolver. En este punto, desistimos de replicar al mundo real: la reproducción no será considerada como un trabajo menor.

³⁰ Hay que tener en cuenta que para remediar la caótica realidad, esta revisión puede ser encomendada literalmente a cualquiera. Por supuesto otros docentes; pero también alumnos de cursos superiores, personal externo al Centro, o incluso alumnos “competidores”.

❖ El cuaderno de campo

Todo este proceso prosigue de forma ininterrumpida a lo largo del curso. Cada miembro de los equipos de investigación deberá llevar al día un cuaderno de campo en el que registrará todos los avatares del proceso, reflexiones personales incluidas. Dentro de cada equipo de investigación los cuadernos diferirán ya que sus labores concretas habrán sido diferentes (y sus reflexiones personales, esperemos, también).

Este cuaderno será la verdadera referencia de evaluación final. A través de lo escrito en él se valorará el grado en que se han alcanzado los objetivos del curso, para lo que prestaremos atención a:

- La cantidad y calidad del trabajo realizado
- La creatividad y perseverancia aplicadas a la solución de los problemas sobrevenidos
- La madurez alcanzada en la concepción de la investigación científica.

❖ Problemas de fraude

La variedad de la casuística de todo el proceso es enorme, lo cual debería ser una ventaja pues permite implementar gran cantidad de variaciones. Por esto, y por el propio diseño de la actividad, las posibilidades de que las condiciones sean igual de justas para todos los equipos es muy pequeña. La amenaza del fraude prolifera por doquier. Sin embargo, esto no es un inconveniente sino todo lo contrario. Con ello, obtenemos varios beneficios.

En primer lugar, los equipos experimentan una pequeña dosis de la injusta realidad del mundo de la investigación. En esa dosis también está incluida una experiencia que no siempre aceptamos de buen grado: la de comprobar que somos capaces de obrar deshonestamente. A continuación, es necesario afrontar estas experiencias, buscando un modo eficaz de superar los obstáculos, sean justos o injustos. Y por último, todo ello debería conducir a una maduración sobre nuestra percepción de lo que es el trabajo científico y de los valores humanos y sociales que lo mantienen en pie.

7. CONCLUSIÓN

La búsqueda del conocimiento no solo debe ser honesta sino además parecerlo. Esta versión de la sexista admonición de César a Pompeya sintetiza lo que a mi entender es la esencia tanto de la filosofía como de la ciencia. La diferencia clave entre ser y parecer, en este planteamiento, radica en el sentido del verbo parecer: no estamos hablando de lo que *parece*, pero pudiera no ser (en el peor sentido filosófico de *apariencia*, de doxa), sino de lo que (a)parece a alguien. Respecto a la honestidad, el parecer siempre es *parecérselo* a un observador, siempre implica un otro (u otros) que es quien determina soberanamente desde su perspectiva si se ha logrado el pretendido *ser*. El arbitrio ajeno es la garantía del éxito. Pero ese arbitrio queda sometido a las mismas reglas: debe ser honesto en idéntico sentido. Perder de vista este objetivo implica extraviarse en el camino del conocimiento, ya de por sí lento y tortuoso.

Mientras termino de redactar este trabajo, leo en los diarios la escandalizada reacción internacional ante lo que se ha dado en llamar el *lancetgate*³¹. Y constato, con más tristeza que satisfacción, que mi apreciación del actual estado de la práctica científica no era exagerada. En plenauge de la posverdad y los hechos alternativos, el refuerzo de una búsqueda honesta del conocimiento parece una buena causa para que la adopte nuestro sistema educativo.

³¹ Corbella J. (8 de junio de 2020). Tres científicos de Barcelona destaparon el escándalo de la hidroxicloroquina. *La Vanguardia*. Recuperado el 8 de junio de 2020 de: <https://www.lavanguardia.com/vida/20200608/481657596328/cloroquina-coronavirus-covid-trump-lancet-isglobal-chaccour-brew-garcia-basteiro.html>

Borraz, M. y Ferrer, S. (6 de junio de 2020). Historia de un escándalo: una empresa sospechosa y el estudio que sacudió a la prestigiosa revista 'The Lancet'. *Eldiario.es*. Recuperado el 6 de junio de 2020 de: https://www.eldiario.es/sociedad/Lancetgate_0_1034847099.html

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, F., Bermejo, J., Segovia J., (2005). Publicación duplicada o redundante: ¿podemos permitírnoslo? *Revista Española de Cardiología*, Vol. 58. Núm. 5., páginas 601-604.
- Anguita, F., *et al.*, (2015). *Cultura científica*. Madrid: Santillana.
- Ariely, D. (2009). *Las trampas del deseo. Cómo controlar los impulsos irracionales que nos llevan al error*. Barcelona: Ariel.
- Belluz, J. (2017). *This is why you shouldn't believe that exciting new medical study*. Recuperado el 27 de febrero de 2017 de: <https://www.vox.com/2015/3/23/8264355/research-study-hype>
- Belluz, J. & Hoffman, S. (2015) *Science is often flawed. It's time we embraced that*. Recuperado el 13 de mayo de 2015 de: <https://www.vox.com/2015/5/13/8591837/how-science-is-broken.html>
- Campanario, J.M. (2002). El sistema de revisión por expertos (Peer Review): muchos problemas y pocas soluciones. *Revista española de documentación científica*, vol.25, núm. 3, pp. 268-279. Recuperado el 15 de mayo de 2020 de: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewFile/107/171.html>
- Campillo, S. (2020 a). *El último 'paper' retirado de la Premio Nobel de Química es una alarma más de la crisis que vive la ciencia*. Recuperado el 8 de enero de 2020 de: <https://www.xataka.com/investigacion/ultimo-paper-retirado-premio-nobel-quimica-alarma-crisis-que-vive-ciencia.html>
- Campillo, S. (2020 b). *¿Está rota "la ciencia"?* Recuperado el 22 de enero de 2020 de: <https://www.aecomunicacioncientifica.org/esta-rota-la-ciencia/>
- Deaño, A. (1980). *Las concepciones de la lógica*. Madrid: Taurus.
- Ellis, G. & Silk, J. (2014). Scientific method: Defend the integrity of physics. *Nature*, volumen 516, artículo 7531. Recuperado el 16 de diciembre de 2014 de: <https://www.nature.com/news/scientific-method-defend-the-integrity-of-physics-1.16535>
- European Commission (2020). Recuperado el 20 de marzo de 2020 de: [European Commission awards contract for setting up an open access publishing platform](https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/awards/contract-for-setting-up-an-open-access-publishing-platform)
- Galilei, G. (1981). *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*. Madrid: Editora Nacional.

Gollogly, L., Momen, H., (2006). Dilemas éticos en la publicación científica: trampas y soluciones para editores. *Rev. Saúde Pública*, vol. 40. DOI: 10.1590/s0034-89102006000400004

Haggis, S. (1974). Integrated science -a challenge to the science teacher. En Richmond, P. E. (ed.), *New trends in integrated science teaching*, vol. III, *Education for teachers*, p. 14. París: UNESCO.

Hempel, C. G. (1988). *Fundamentos de la formación de conceptos en ciencia empírica*. Madrid: Alianza Editorial.

Horton, R. (2015). Offline: What is medicine's 5 sigma? *The Lancet*, Vol 385, pp. 1380. Recuperado el 11 de abril de 2015 de: <https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736%2815%2960696-1.pdf>

Jiménez, J. J., et al., (2015). *Cultura científica*. Madrid: McGraw Hill.

Hierro, J. y Pescador, S. (1982-1983). *Principios de filosofía del lenguaje, I y II*; Madrid: Alianza Universidad.

Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.

Monbiot, G., (16 de septiembre de 2018). La estafa de las revistas científicas se acerca a su fin. *El Diario*. Recuperado el 16 de septiembre de 2018 de: https://www.eldiario.es/theguardian/estafa-revistas-cientificas-acerca-fin_0_814368712.html

Mosterín, J. (1984). *Conceptos y teorías en la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.

Panadero, J. E., et al., (2016). *Cultura científica*. Madrid: Bruño.

Pinillos, J. L. (1982). *Introducción a la psicología*. Madrid: Alianza Editorial.

Popper, K. (2008). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.

Romero, G.E. (2020). *La naturaleza del tiempo*. Pamplona: Laetoli.

Sánchez Meca, D. (2012). *Teoría del conocimiento*. Madrid: Dykinson.

Sevilla, J., Nájera López, A., Pérez Iglesias, J. I. (2020). Virus en el sistema de publicaciones científicas. *The Conversation*. Recuperado el 3 de mayo de 2020 de: <https://theconversation.com/virus-en-el-sistema-de-publicaciones-cientificas-137633.html>

Solís, C. y Sellés, M.: *Historia de la ciencia*. Madrid: Espasa-Calpe.

Torres, M.D. *et al.* (2017). *Cultura científica*. Barcelona: Vicens Vives.

UNESCO (1981) *Manual para profesores de Ciencias*. Paris: UNESCO.

Zamora Bonilla, J. P., (2005). United Kingdom, four points; Royaume Uni, quatre points. La inferencia científica y el festival de Eurovisión. En Zamora Bonilla, J.P., *Ciencia pública - ciencia privada*. México: FCE.

Ziman, J. (1968). *Public knowledge: The social dimension of science*. Cambridge: University Press.

9. ANEXOS

Anexo 1: Tabla de referencias éticas en las programaciones de ciencias.
<p style="text-align: center;">Física y Química 1º</p> <p>Competencia CSC: <i>Importancia del trabajo en equipo para adoptar decisiones colectivas fundamentadas y con sentido ético.</i></p>
<p style="text-align: center;">Física 2º</p> <p>Competencia CSC: <i>Importancia del trabajo en equipo para adoptar decisiones colectivas fundamentadas y con sentido ético.</i></p>
<p style="text-align: center;">Biología 2º</p> <p>Introducción: <i>Implicaciones éticas de algunas controversias.</i></p> <p>Objetivo 2: <i>Valorar los diferentes aspectos éticos de los nuevos descubrimientos.</i></p> <p>Contenidos, Bloque 3: <i>Valoraciones éticas de la manipulación genética.</i></p> <p>EST.BL3.9.1: <i>Valorar las implicaciones éticas de la ingeniería genética.</i></p> <p>Contenidos, Bloque 5: <i>Reflexión ética sobre la donación de órganos.</i></p>
<p style="text-align: center;">Economía 1º</p> <p>Introducción: <i>Relacionarla con la Filosofía Moral, la Ética y la Política. (...) necesidad de actuar con criterios de ética e integridad.</i></p> <p>Competencia CSC: <i>Favorece actitudes y valores como la integridad y la honestidad.</i></p> <p>Contenidos, Bloque 2: <i>La responsabilidad social corporativa.</i></p>
<p style="text-align: center;">Psicología 2º</p> <p>Competencia CSC: <i>Interés por las cuestiones éticas (...) Ética de determinadas aplicaciones psicológicas que persiguen la manipulación de las personas.</i></p>

Cultura Científica 1º

Competencia CMCC: *Permite adquirir criterios éticos razonados.*

Contenidos, Bloque 3: *La investigación farmacéutica: desarrollo de productos y conflictos éticos. El sistema sanitario y su uso responsable.*

EST.CCI.3.4.1: *Entiende la necesidad de una autoridad independiente que medie entre conflictos de interés entre la industria y los pacientes.*

Contenidos, Bloque 4: *Importancia y repercusiones sociales y éticas de la reproducción asistida, la clonación, la investigación en células madre y los transgénicos.*

Contenidos, Bloque 5: *Beneficios y problemas del constante avance tecnológico.*

EST.CCI.5.3.1: *Conoce el efecto de la obsolescencia programada.*

EST.CCI.5.5.1: *Conoce las limitaciones del derecho a la intimidad frente al derecho de la seguridad ciudadana.*

Anexo 2: Tabla de referencias metodológicas en las programaciones de ciencias.

Biología 2º

Objetivo 4: *Conocer y aplicar las características de la investigación científica*

Física 2º, Química 2º, Física y Química 1º

Contenidos, Bloque 1: *Estrategias propias/básicas/necesarias de la actividad científica*

Est.FIS.1.1.1.; Est.Qu.1.1.1; Est.FQ.1.1.1: *Aplica habilidades necesarias para la investigación científica*³²

Est.FIS.1.2.3.; Est.Qu.1.4.1: *Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica existente en internet y otros medios digitales.*

Física 2º, Geología 2º

Crit.Fis.1.1; Crit.GO.1.2: *Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica. Aplicar las estrategias propias del trabajo científico.*

Química 2º

Contenidos, Bloque 1: *Investigación científica*³³.

Geología 2º

Objetivo 3: *Utilizar con autonomía las estrategias características de la investigación científica.*

Física y Química 1º

Introducción: *Pretende que el alumnado adquiera las competencias propias de la actividad científica y tecnológica.*

³² ...planteando preguntas, identificando y analizando problemas, emitiendo hipótesis fundamentadas, recogiendo datos, analizando tendencias a partir de modelos, diseñando y proponiendo estrategias de actuación.

³³ ...documentación, elaboración de informes, comunicación y difusión de resultados.

Objetivo 3: Utilizar estrategias de investigación propias de las ciencias³⁴.

Matemáticas I y II

Objetivo 3: Utilizar las estrategias características de la investigación científica.

Anatomía aplicada 1º

Contenidos, Bloque 8: La metodología científica

Tecnología Industrial I y II

Orientaciones metodológicas: Adquisición de las ideas base del pensamiento científico y tecnológico. Utilizar algunas estrategias y técnicas habituales en el método científico.

Proyecto de Investigación e Innovación Integrado 2º

Introducción: Capacitar al alumno en la utilización del método científico en las tareas de indagación e investigación.

Objetivo 4: Aprender a aplicar el método científico para la elaboración de una investigación³⁵.

Contenidos, Bloque 2: Aplicación de las destrezas básicas del método de investigación científico asociadas con el rigor, la objetividad y la precisión en el análisis de la información.

Crit.PI.2.4.: Analizar la información de forma rigurosa, objetiva y precisa.

Est.PI.2.4.1.: Identifica las formas de análisis rigurosas, objetivas y precisas, y las diferencia de las que no lo son.

³⁴ ...tales como el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, la búsqueda de información, la elaboración de estrategias de resolución de problemas, el análisis y comunicación de resultados.

³⁵ ...detección del problema o tema, identificación de los elementos constitutivos relevantes y sus interrelaciones, obtención de una tesis explicativa, contraste con otras investigaciones, y comunicación de los resultados obtenidos.

Anexo 3: How science can go off the rails³⁶

1. Research preparation.

1.1. Has the research been funded?

- 1.1.1. No funding available.
- 1.1.2. No market for research.
- 1.1.3. Unfavorable peer review.

1.2. Is the research helpful?

- 1.2.1. No theoretical or practical value.
- 1.2.2. Wasteful reproduction of past studies.

1.3. Is the research ethical?

- 1.3.1. Harmful for humans.
- 1.3.2. Mistreats animals.
- 1.3.3. Wastes limited resources.

2. Study.

2.1. Is the study optimally designed?

- 2.1.1. Methodological limitations.
- 2.1.2. Definition/conceptual problems.
- 2.1.3. Not generalizable.
- 2.1.4. Reliant on human subjectivity.
- 2.1.5. Biased by irrational beliefs.
- 2.1.6. Not informed by all prior knowledge.

2.2. Is the study carried out properly?

- 2.2.1. Violation of protocol.
- 2.2.2. Contamination of sample.
- 2.2.3. Failed randomization or controls.

2.3. Is the study objective?

- 2.3.1. Conflicting interests.

³⁶ Adaptado de: Belluz, J. y Hoffman, S. *Science is often flawed. It's time we embraced that.* <https://www.vox.com/2015/5/13/8591837/how-science-is-broken> 13 de mayo de 2015, 8:10 am EDT

2.3.2. Funder bias.

3. Analysis of results.

3.1. *Are the findings significant?*

- 3.1.1. Spurious findings.
- 3.1.2. Confounding.
- 3.1.3. Insufficient power.
- 3.1.4. False positives (p-values).

3.2. *Are the findings reproducible or verifiable?*

- 3.2.1. Method instructions.
- 3.2.2. Data or samples.

4. Research dissemination.

4.1. *Has the research been published?*

- 4.1.1. Self-censorship.
- 4.1.2. Bad peer review.
- 4.1.3. Journal censorship.
- 4.1.4. Negative finding.
- 4.1.5. Not “sexy”.
- 4.1.6. Only confirms previous thinking.
- 4.1.7. Data kept private.

4.2. *Is the research accurate?*

- 4.2.1. Incompetent peer review.
- 4.2.2. Oversold and sensationalized.
- 4.2.3. Inaccurately or insufficiently described.
- 4.2.4. Ghostwritten.
- 4.2.5. Not in english.
- 4.2.6. Poorly written.
- 4.2.7. Outcome reporting bias.

4.3. *Is the research new?*

- 4.3.1. Duplicate publication.

4.3.2. Plagiarism.

4.4. *Has the research been properly publicized?*

- 4.4.1. Publication delay.
- 4.4.2. Press release oversold and sensationalized.
- 4.4.3. Advocacy mixed with science.
- 4.4.4. Readers' reliance on titles and abstracts.
- 4.4.5. Idea not picked up; poorly branded.
- 4.4.6. Co-opted and misconstrued.
- 4.4.7. Misreported by media.