QuímicaViva - Enseñanza de la ciencia

El papel de la educación secundaria y del itinerario académico en la alfabetización científica

Joan Josep Solaz-Portolés y Blanca Selfa

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials. Universitat de València. España

Recibido:

Recibido en: 27/06/2019

| Aceptado:
Aceptado en: 19/09/2019

Contacto: Joan Solaz - Joan.Solaz@uv.es

Resumen

A partir de la definición de alfabetización científica y de la justificación de su uso como indicador de avance social, este estudio pretendió analizar los efectos de la educación secundaria y del itinerario académico sobre dicho indicador. Se ha utilizado un diseño factorial con dos factores entre sujetos para investigar la influencia de ambas variables. Han participado 195 estudiantes de secundaria españoles de diferentes niveles académicos, a los que se ha administrado el test de Brossard y Shanahan. El análisis de los resultados obtenidos (por medio de tests ANOVA) parecen indicar, en relación con el nivel de alfabetización científica, que: a) Solamente es satisfactoria al finalizar la educación secundaria posobligatoria (18 años), b) Hay diferencias significativas entre los estudiantes de educación secundaria obligatoria y los estudiantes en el último curso de educación secundaria posobligatoria, y c) El itinerario académico seguido genera diferencias significativas al acabar la etapa obligatoria (16 años), pero no en la posobligatoria.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, estudio transversal, alfabetización científica, educación secundaria, itinerario académico

The role of secondary education and academic itinerary in scientific literacy

Summary

This study begins by defining scientific literacy and with a justification that scientific literacy may be used as an indicator of social progress. The aim of this study was to analyze the effects of secondary education and academic itinerary on this indicator. A factorial design with two between-subjects factors was used to investigate the influence of both variables. One hundred and ninety-five spanish secondary education students at different educational levels (all from the same high school) have participated in this study. All of them have been administered the Brossard and Shanahan’s test. The analysis (by means of ANOVA tests) of the results obtained allow us to conclude with respect to the scientific literacy level that: a) Only at the end of post-compulsory secondary education (18 years old) is satisfactory, b) There are significant differences between compulsory secondary education students and students attending the last year of post-compulsory

secondary school; and c) The academic itinerary undertaken lead to significant differences at the end of compulsory secondary education (16 years old), but not in post-compulsory secondary education.

Keywords: science education, cross-sectional study, scientific literacy, secondary education, academic itinerary

Introducción

Nadie duda que la ciencia, la tecnología y la educación son factores decisivos para el desarrollo de un país y, lógicamente, influyen de manera considerable en las transformaciones sociales [1]. Por ello, no son de extrañar los estudios que ponen el acento en la formación científica y tecnológica como catalizadora del desarrollo social [2]. Por otro lado, en las conclusiones del trabajo de Diener y Suh [3] se apunta la necesidad de introducir nuevos indicadores para perfilar con mayor precisión la calidad de vida. En este sentido, y dada la influencia social y económica de la ciencia, el nivel de alfabetización científica de un determinado grupo social puede constituirse en un buen indicador para medir las perspectivas de avance social y económico.

Ha habido múltiples intentos de definir qué es la alfabetización científica, pero parece que la definición más difundida y aceptada por la comunidad científica internacional es la que se presenta en el informe PISA, realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [4]:

Capacidad de un individuo de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias respecto de temas relativos a la ciencia, comprender los rasgos específicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana, ser consciente de cómo la ciencia y tecnología dan forma a nuestro mundo material, intelectual y cultural, y tener la voluntad de involucrarse en temas relativos a la ciencia y con ideas científicas como un ciudadano reflexivo (p.128).

En cuanto a los estudios realizados en Latinoamérica cuya finalidad ha sido determinar el nivel de alfabetización científica (fuera de los parámetros de las pruebas PISA) destacaremos dos, uno llevado a cabo en Brasil y otro en Chile. En el primero [5], participaron 754 estudiantes de educación secundaria (17 años), a los que se administró el Test de Alfabetización Científica Básica de Laugksch y Spargo [6]. El promedio de porcentaje de respuestas correctas fue del 36,5%. Es decir, los resultados ofrecieron un nivel de alfabetización científica bajo.

En el segundo estudio [7], los autores diseñaron y validaron un cuestionario de alfabetización científica constituido por 20 ítems. Intervinieron en el estudio 674 estudiantes de educación secundaria (15 años), de los cuales un 4% mostró tener un nivel de alfabetización científica en el primer nivel (analfabetismo científico), un 27% en el segundo nivel (alfabetización científica nominal), un 46% en el tercer nivel (alfabetización científica funcional y tecnológica), y un 23% en el cuarto nivel (alfabetización científica conceptual y procedimental).

En España, de acuerdo con Manassero y Vázquez [8], las evaluaciones hechas al alumnado de secundaria y a su profesorado muestran carencias en algunas dimensiones de la alfabetización científica (en concreto, en la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y en el significado de la tecnología y su papel en relación con la ciencia).

Planteamiento del problema y preguntas de investigación

Se ha visto el plausible papel de la alfabetización científica como indicador de avance social, junto con la existencia de instrumentos que permiten cuantificarla. También se ha comentado que el nivel de alfabetización científica mostrado por los estudiantes de secundaria iberoamericanos no es el más adecuado. Llegados a este punto, se hace necesario determinar, dados los indicios poco esperanzadores, si realmente la educación secundaria está cumpliento con la función que tiene encomendada en relación a la alfabetización científica de los ciudadanos en una sociedad democrática. En consecuencia, las preguntas a las que se pretende dar respuesta, en primera aproximación, en este estudio exploratorio son:

¿Contribuye la educación secundaria a mejorar el nivel de alfabetización científica hasta ser aceptablemente adecuado?

¿Existen diferencias significativas en el nivel de alfabetización científica al final de la educación secundaria obligatoria (16 años) y la posobligatoria (18 años)?

¿Existen diferencias significativas en el nivel de alfabetización cientifica entre el tipo de estudios cursados durante la educación secundaria?

Metodología

Diseño experimental

Se trata de un diseño “no experimental” transversal de dos factores, esto es, hay dos variables independientes: el nivel académico y el tipo de estudios cursados. La variable dependiente es la medida del nivel de alfabetización científica.

Sujetos participantes

Han participado 195 estudiantes de un centro educativo público de educación secundaria de Valencia (España), de los cuales 134 son de Educación Secundaria Obligatoria (ESO, período obligatorio de escolarización en España de cuatro cursos, que va desde los 12 a los 16 años; en el 4º curso de la ESO los estudiantes pueden elegir entre un itinerario científico-tecnológico o uno humanístico-ciencias sociales), y 61 son de Bachillerato (período educativo no obligatorio que va de los 16 a los 18 años).

Los estudiantes son de 2º, 3º y 4º de ESO; y de 1º y 2ºde Bachillerato. De 4º de ESO (último curso de escolarización obligatoria), 12 cursan el itinerario de ciencias y 18 el de humanidades y ciencias sociales (en adelante, simplemente diremos letras); de 1º de Bachillerato, 11 cursan la modalidad de ciencias y 17 la de letras; y de 2º de Bachillerato, 13 cursan ciencias y 20 letras.

El centro se halla ubicado en una población rural cercana a la ciudad de Valencia. Se trató de una muestra de conveniencia. Por ello, los resultados no pueden ser extrapolados a toda la población estudiantil, esto es, no hay garantías de validez externa.

Materiales

Dada la sencillez de administración y corrección para los investigadores, como por la idoneidad para los estudiantes participantes en este estudio, el instrumento de medida de la alfabetización cientifica que se ha escogido es el test diseñado y validado por Brossard y Shanahan [9]. Es un test de 31 ítems basado en los conceptos científicos más frecuentes en los medios de comunicación, en donde simplemente se ha de rellenar un espacio en blanco con el concepto pertinente. En el Anexo 1 puede verse el test con las

respuestas correctas.

Procedimento

Se administró el test Brossard y Shanahan en el horario de clase habitual de cada uno de los grupos participantes. Al principio de la clase se les indicó que disponían de todo el período de clase para completarlo (50 minutos), aunque muchos acabaron antes de este período de tiempo.

Para la calificación del test se asignó un 1 punto si la respuesta era la correcta y 0 puntos si era incorrecta o no había respuesta. Así pues, la puntuación máxima posible son 31 puntos. Posteriormente, se llevó a cabo la normailización de la calificación al intervalo 0-10 puntos (multiplicando el número de respuestas correctas por 10 y dividiendo por 31), con lo que la puntuación máxima pasó a ser 10 puntos.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran las puntuaciones medias obtenidas por cada nivel académico en el test de alfabetización científica, así como, en el caso de 4º de la ESO, y de 1º y 2º de Bachillerato, las puntuaciones medias de los grupos de ciencias y de letras.

fig1

Figura 1: *Puntuaciones obtenidas en el test de alfabetización científica en función del nivel e itinerario académico..*

Como puede verse hay un crecimiento de la puntuación en el test desde el primer nivel académico (2º ESO) hasta el último (2º de Bachillerato). El crecimiento de la puntuación es moderado durante la ESO, pero el crecimiento es muy elevado en el tránsito de la ESO hasta el final del Bachillerato. Con todo, la puntuación media al final de la ESO (que es 3.3, es decir, se han contestado correctamente un tercio de los ítems del test) no se puede considerar que ponga de manifiesto un nivel de alfabetización científica aceptable. Solamente al llegar al nivel académico del final de Educación Secundaria Posobligatoria (2º de Bachillerato) podría decirse que la alfabetización científica alcanza un nivel admisible (se responden correctamente al menos la mitad de los ítems).

El test de Shapiro-Wilk aplicado a las puntuaciones del test en cada nivel académico conduce a valores de los niveles de significación, p, que siempre están por encima de 0.05. En consecuencia, en todos los casos se puede rechazar la hipótesis nula y puede considerarse que todas las puntuaciones siguen una distribución normal.

Se realizó, en primer lugar, un análisis de varianza simple (ANOVA) tomando como variable intersujetos el nivel académico (con cinco valores: 2º, 3º y 4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato). La variable dependiente fue la puntuación del test de alfabetización científica. Los resultados obtenidos permiten afirmar que la variable nivel académico produce diferencias significativas en la puntuación del test de alfabetización científica (con un tamaño del efecto grande): $F(4,190) = 26.47$, $p<0.001$, $?^2=0.14$. Pruebas post-hoc ponen de manifiesto que las diferencias de puntuación entre 2º de Bachillerato y 2º, 3º y 4º de la ESO son significativas en un nivel de confianza superior al 99.9%. Sin embargo, si la comparación la hacemos entre 1º de Bachillerato y los de la ESO, sólo aparecen las diferencias significativas hasta 3º de ESO ($p<0.01$), esto es, no hay diferencias significativas entre 4º de ESO y 1º de Bachillerato. Tampoco las hay entre 1º y 2º de Bachillerato.

Se observa además en la Figura 1 que, como resulta lógico, los estudiantes de ciencias siempre puntúan más alto que los de letras. Además, a medida que se avanza en el nivel académico, la separación de la puntuaciones medias de los estudiantes de los itinerarios de *letras* y ciencias va reduciéndose. Este hecho lo que revela es que el crecimiento del nivel de alfabetización con el nivel académico es mayor en los estudiantes de *letras*.

Finalmente, se volvió a llevar a cabo otro ANOVA pero solamente con los grupos de 4º de ESO, y 1º y 2º de Bachillerato. La variable dependiente fue la puntuación del test de alfabetización científica. En esta ocasión se tomaron como variables intersujetos el nivel académico (con tres valores: 4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato) y el itinerario académico (con dos valores: ciencias y letras). Lógicamente la variable nivel académico vuelve a generar diferencias significativas, pero lo más destacable es que la variable tipo de itinerario no las generó. No obstante, la aplicación de una prueba post-hoc revela que sólo entre el grupo de ciencias y el de letras de 4º de la ESO aparecen puntuaciones significativamente diferentes ($p<0.01$). Parece, pues, que el Bachillerato posibilita minimizar los efectos del tipo de estudios cursados en la alfabetización científica.

Conclusiones e implicaciones

En primer lugar, se ha querido poner de relieve en este trabajo que el nivel de alfabetización científica es un indicador de avance social de primer orden y, como tal, debería ser tenido en cuenta a la hora de tomar decisiones políticas educativas por parte de los responsables correspondientes. En segundo lugar, se deben señalar las límitaciones de este estudio exploratorio. La principal de estas limitaciones se deriva de la naturaleza y tamaño de la muestra (téngase en cuenta que se ha efectuado un muestreo de conveniencia y ha participado un solo centro educativo). Otra limitación tiene su origen en el instrumento utilizado para medir el nivel de alfabetización científica, el test de Brossard y Shanahan [9], que sólo mide una parte de conjunto de dimensiones que integran la alfabetización científica. Por todo ello, los resultados y las conclusiones de este estudio solamente pueden servir como primera aproximación de los que se obtendrían sin las mencionadas limitaciones.

Teniendo presentes las limitaciones citadas, se está en condiciones de responder a las preguntas planteadas en el trabajo. Respecto de la primera pregunta, se ha visto que a lo largo de la educación secundaria se mejora notablemente la alfabetización científica, especialmente en la etapa posobligatoria. Parece que la formación recibida por los estudiantes en esta etapa de escolarización tiene sus frutos. Sin embargo, no se puede soslayar que al final de la educación obligatoria el nivel de alfabetización científica no se puede considerar aceptable. Únicamente al final de la educación posobligatoria dicho nivel alcanza valores más razonables.Y esto debería ser una clara señal de alarma. Con estos niveles de alfabetización científica no podemos esperar que los estudiantes que sólo cursan la ESO puedan llegar a ser ciudadanos socialmente responsables, capaces de tomar decisiones fundamentadas, y con una formación que les permita implicarse como auténticos activistas ilustrados en problemas sociales, económicos y medioambientales [10]. Tampoco podemos esperar que estén en las mejores condiciones para participar en los cambios de la denominada sociedad del conocimiento [11].

En relación a la segunda pregunta formulada, los análisis estadísticos muestran que las diferencias en el nivel de alfabetización científica al final de la educación secundaria obligatoria y la posobligatoria son estadísticamente significativas. El período de formación de dos cursos académicos a partir de los 16 años resulta decisivo para alcanzar un estadio de alfabetización científica suficiente. Esto podría servir de argumento para extender la escolarización obligatoria hasta los 18 años.

El itineario académico cursado durante la educación secundaria parece ser relevante en la etapa obligatoria y, de hecho, las diferencias entre los estudiantes de ciencias y letras son estadísticamente significativas. En la etapa posobligatoria, estas diferencias dejan de ser significativas. Este resultado es muy interesante porque permite afirmar que el Bachillerato, independientemente de la línea formativa, proporciona una alfabetización científica adecuada o los elementos imprescindibles para acceder a ella fuera del centro educativo. Esto posibilita dar cumplida respuesta a la tercera pregunta formulada, y representa una razón más para demandar más y mejor formación científica durante la educación secundaria obligatoria (hasta los 16 años), o bien alargar la educación obligatoria hasta los 18 años.

Se debe tener presente que el papel de la educación primaria sobre el proceso de alfabetización científica es extraordinariamente relevante. Es en este nivel donde se han de concentrar todos los esfuerzos para comenzar a abordar el problema con las mínimas garantías de éxito. Y se debe empezar por una formación adecuada del profesorado de ese nivel educativo. No es admisible que el profesorado de primaria en formación tenga niveles bajos de alfabetización científica [12]. Téngase en cuenta que este profesorado tiene que enseñar sobre todo destrezas procedimentales científicas y generar actitudes positivas hacia la ciencia [13].

Por último, señalar que durante la escolarización obligatoria la orientación curricular en las áreas científicas tendría que estar dirigida hacia temas científicos candentes (a saber, con un enfoque Ciencia-Técnica-Sociedad), la metodología en el aula debería ser orientada hacia la interdisciplinaridad, la comprensión y la investigación en equipo [14]. Pero, por encima de todo, deben estar presentes los valores culturales y sociales de la ciencia, el conocimiento de la naturaleza de la ciencia, y el desarrollo de habilidades y valores apropiados para la formación de ciudadanos responsables [15].

Referencias:

1. **Rincón D, Romero MG** (2006) Ciencia, tecnología y educación en Venezuela: Perspectiva de una sociedad emergente. *Revista de Ciencias Sociales* 12(1): 72-83.

2. **Rojas HM** (2008) La importancia de las políticas públicas de formación en investigación de niños, niñas y jóvenes en Colombia, para el desarrollo social. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud* 6(2): 885-906.

3. **Diener E. Suh E** (1997) Measuring quality of life: Economic, social and subjective indicators. *Social Indicators Research* 40(2): 189-216.

4. **OCDE** (2009) PISA 2009. Assessment framework key competences in reading, mathematics and science, *Paris, France: OCDE*.

5. **Nascimiento-Schulze CM** (2006). Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses. *Psicologia: Teoria e Prática* 8(1): 95-106.

6. **Laugksch R, Spargo, P** (1999) Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: a baseline survey. *South African Journal of Science*, 95(10), 427-432.

7. **Navarro M, Förster C** (2012) Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. Pensamiento Educativo.*Revista de Investigación Educacional Latinoamericana*,49(1): 1-17.

8. **Manassero MA, Vázquez A** (2002) Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias* 20(1): 15-27.

9. **Brossard D, Shanahan J** (2006) Do They Know What They Read? Building a Scientific Literacy Measurement Instrument Based on Science Media Coverage. *Science Communication* 28(1): 47-63.

10. **Gil D, Vilches A** (2006) Educación ciudadana y alfabetización científica. Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42: 31-53.

11. **Aikenhead G, Orpwood G, Fensham P** (2011) Scientific literacy for a knowledge society. En C. Linder, L. Ostman, D. Roberts, P.-O. Wickman, G. Erickson y A. MacKinnon (Eds.), Exploring the landscape of scientific literacy (pp.28-44). *New York, USA: Routledge, Taylor and Francis Group*.

12. **Verdugo J, Solaz-Portolés JJ, Sanjosé V** (2015) Is digital literacy improving scientific education? A study with pre-service primary teachers in Spain. *The New Educational Review* 40(2): 155-166.

13. **Harlen W** (2007) Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. M*adrid: Ministerio Educación y Ciencia y Ediciones Morata*.

14. **Membiela P** (2001) Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Madrid: Narcea*.

15. **Holbrook J, Rannikmäe M** (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*,4(3): 275-288.

Anexo 1. Test de alfabetización científica de Brossard y Shanahan (2006) con las respuestas correctas entre los corchetes

1. Una estrella que durante un periodo de solo unos pocos días se vuelve 100-1000 veces más brillante de lo que era, se denomina una [**Nova / Supernova**].

2. [**Ingeniería Genética /Modificación Genética**] es la técnica utilizada para alterar los caracteres de un organismo mediante la inserción de genes de otro organismo en su ADN.

3. El dispositivo que es la unidad central de procesamiento de la mayoría de los ordenadores personales más pequeños se llama [**Microprocesador**]

4. Un disco en el cual hay una grabación digital de información sonora, que proporciona una reproducción de alta calidad de música, voz, etc.…, se llama [**CD/ Compact Disc**].

5. El [**LSD**] es un derivado químico del ácido lisérgico que tiene propiedades alucinógenas potentes.

6. Una [**Branquia**] es el órgano respiratorio usado por los animales acuáticos para obtener oxígeno del agua circundante.

7. El [**Aluminio/ Al**] es un elemento metálico brillante de color blanco plateado que es altamente reactivo, ligero, fuerte (cuando es una aleación), corrosivo, resistente y conductor eléctrico. Estas características lo hacen adecuado para una variedad de usos, incluyendo la construcción de vehículos y aeronaves, la edificación y el tendido eléctrico aéreo.

8. Los sistemas de [**Fibra óptica**] utilizan hilos que conducen la luz para transmitir información en forma de impulsos codificados o imágenes fragmentadas, desde una fuente a un receptor.

9. El grupo diverso de microorganismos que constan de una única célula que carece de distinta membrana nuclear y tienen una pared celular de composición única se conocen como [**Bacteria**].

10. La invasión de cualquier organismo vivo por microorganismos causantes de enfermedades que se establecen, multiplican y producen síntomas variados en su huésped se conoce como [**Infección**].

11. El suministro de agua para cultivos por métodos artificiales, por ejemplo mediante la construcción de sistemas de tuberías, acequias y canales se llama [**Riego**].

12. Un movimiento repentino o una fractura en la litosfera de la Tierra que causa una serie de temblores se denomina un [**Terremoto**]. Puede variar desde un ligero temblor a un movimiento de la Tierra a gran escala, causando grandes daños sobre un área amplia.

13. Un ciclón tropical con vientos en superficie superiores a 120 km/h y que normalmente ocurren en el Océano Atlántico Norte, Mar del Caribe o el Golfo de México es un [**Huracán**].

14. Este es un mineral fibroso que tenía un amplio uso comercial por su resistencia al calor, su inactividad química y su elevada resistencia eléctrica. Las fibras pueden ser hiladas y tejidas en tela antiincendios para usar en ropa y cortinas protectoras, o también moldeadas en bloques. En 1970 se descubrió que la fibra corta de este mineral puede causar trastornos pulmonares graves, lo que ha limitado su uso. Este mineral es [**Asbesto/ Amianto**].

15. El único satélite natural de la Tierra es la [**Luna**].

16. Toda la vida vegetal presente en un hábitat y momento determinado constituye la [F**lora**] de ese hábitat.

17. Las [**Proteínas**] constituyen un amplio grupo de componentes orgánicos encontrados en todos los organismos vivos. Están compuestas de carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y la mayoría también contienen azufre. Sus moléculas consisten en una o varias largas cadenas de aminoácidos unidas en una secuencia característica.

18. Las armas con las que se causa una explosión mediante fisión nuclear, fusión nuclear o una combinación de ambas son llamadas [**Nucleares**].

19. Un columna de aire que gira violentamente, visible generalmente como una nube en forma de embudo, que puede alcanzar la superficie de la tierra, se llama [**Tornado**].

20. El [**Rayo**] es una descarga eléctrica luminosa de elevada energía que puede pasar entre una nube cargada y un punto sobre la superficie de la Tierra, entre dos nubes cargadas o entre capas con cargas opuestas de la misma nube.

21. El elemento no metálico amarillo, cuyo símbolo en la tabla periódica de los elementos es S, es el [**Azufre**].

22. La unidad de potencia del “Sistema Internacional” (SI), definida como una energía de un Julio (Joule) por segundo es el [**Vatio / Watt/ W**], ampliamente utilizado en contextos eléctricos.

23. La [**World WideWeb / Red**] es un servicio de información basado en ordenadores. Es un sistema hipermedia distribuido en un amplio número de ordenadores que permiten a los usuarios ver y obtener información de documentos que contienen enlaces.

24. Las personas usan el [**Correo electrónico/ Whatsapp**] para enviar mensaje, documentos, etc.…, entre sistemas informáticos.

25. La milésima parte de un kilogramo es un [**gramo/ g**].

26. El [**Petróleo**] es una mezcla natural que se compone principalmente de hidrocarburos. En su forma no refinada se conoce como crudo.

27. Los [**Rayos X**] son radiaciones electromagnéticas de longitud de onda corta. Son usados en medicina e industria para examinar estructuras internas.

28. Un cuerpo natural relativamente pequeño que orbita alrededor de un planeta o una nave espacial hecha por el hombre que da vueltas alrededor de la Tierra, el Sol, la Luna o un planeta se llama [**Satélite**].

29. La energía electromagnética radiada desde el Sol se llama [**Energía Solar**].

30. La propiedad de un cuerpo (o de una región del espacio) que determina si habrá o no un flujo neto de calor desde un cuerpo hacia otro cuerpo (o una región del espacio vecina), se llama [**Temperatura**].

31. La producción de inmunidad en un individuo a través de medios artificiales se denomina [**Vacunación**].

QuímicaViva

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista QuímicaViva

Volumen 18, Número 3, Diciembre de 2019

ID artículo:E0156

Versión online